

Leonhard Stejneger 1874

COURS ÉLÉMENTAIRE

D'HISTOIRE NATURELLE.



PARIS. IMPRIMÉ PAR BÉTHUNE ET PLON



COURS ÉLÉMENTAIRE

D'HISTOIRE NATURELLE

A l'usage des Colléges et des Maisons d'Education,

RÉDIGÉ

Conformément au Programme de l'Université du 14 *septembre* 1840 ;

PAR

MM. Milne-Edwards, F.-S. Beudant, et A. de Jussieu.

Adopté par le Conseil royal d'Instruction publique pour l'enseignement dans les Colléges.

ZOOLOGIE.

PAR M. MILNE-EDWARDS,

Membre de l'Institut, Professeur au Muséum d'Histoire naturelle et à la Faculté des Sciences de Paris, etc

1re PARTIE.

Anatomie et Physiologie.

PARIS.

LANGLOIS ET LECLERCQ, Rue de la Harpe, 81.

FORTIN, MASSON ET Cie, Place de l'École-de-Médecine, 1.

* * *

PROGRAMME

POUR

L'ENSEIGNEMENT DE L'HISTOIRE NATURELLE

DANS LES COLLÉGES,

ADOPTÉ PAR LE CONSEIL ROYAL DE L'INSTRUCTION PUBLIQUE

(4 septembre 1840).

PREMIÈRE PARTIE (1).

NOTIONS PRÉLIMINAIRES (2).

I. *Considérations générales sur les corps et sur la distinction à établir entre les corps bruts et les êtres organisés.* — Caractères généraux de ces derniers, tirés 1° de la composition chimique; 2° de la structure; 3° de la forme; 4° de l'origine; 5° du mode d'existence (nutrition et accroissement); 6° du mode de destruction.

Considérations sur la manière d'étudier les corps organisés. Anatomie. Physiologie. Classification. Mœurs. Distribution. Usages.

Division des êtres organisés en deux groupes: le règne animal et le règne végétal. Base de cette division: zoologie, botanique.

RÈGNE ANIMAL.

Caractères généraux des animaux. Notions préliminaires sur les tissus dont se compose le corps des animaux; définition des mots organe, appareil, fonction. — Coup d'œil sur l'ensemble des phénomènes qui se manifestent chez les animaux vivants; classification des fonctions.

II. *Histoire des principales fonctions, considérées d'une manière comparative dans toute la série animale.* — Fonctions de nutrition. Absorption et exhalaison. — Digestion.

III. Sang et circulation.

IV. Respiration.

V. Assimilation. — Sécrétions. Excrétions; — Chaleur animale.

VI. Fonctions de relation. — Système nerveux. — Sensibilité; sens du toucher, du goût, de l'odorat, de l'ouïe, de la vue.

(1) La seconde et la troisième partie de ce programme, ayant rapport à la Botanique et au Règne minéral, seront reproduites en tête des volumes consacrés à ces matières.

(2) Les chiffres romains indiquent la répartition du Programme en leçons.

VII. Mouvements; organes moteurs (muscles); organes passifs, 1° chez les animaux dépourvus de parties dures servant de leviers; 2° chez les animaux renfermés dans un squelette tégumentaire; 3° chez les animaux pourvus d'un squelette intérieur. Notions sur le squelette; os; leur structure, leur forme et leur mode d'articulation; description du squelette. (Exemple, l'homme.) — Mécanisme de la locomotion. Conformation des organes du mouvement : 1° chez les animaux destinés à marcher sur terre; 2° chez les animaux grimpeurs; 3° chez les animaux destinés à nager; 4° chez les animaux destinés à voler.

VIII. Facultés instinctives de l'homme et des animaux; Exemples. — Notions sur la voix, la parole, etc.

IX. *Notions générales sur le mode d'organisation des animaux.* — 1° Rapport entre la complication plus ou moins grande de l'organisation et la perfection des facultés. — 2° Transformation des mêmes parties en instruments divers appropriés à des usages différents. — 3° Coordination des organes divers réunis dans un même organisme. Principe des harmonies organiques et de la subordination des caractères. — 4° Tendance de la nature à ne modifier la structure des animaux que graduellement. Série zoologique ou échelle animale. Affinités naturelles des animaux.

X. *Classifications zoologiques.* — Application des notions précédentes à la distinction des animaux et à leur distribution méthodique. — Base de la classification des animaux : individus, espèces, genres, familles, ordres, classes, embranchements. Importance de la classification naturelle, comparée aux classifications artificielles. — Coup d'œil sur les grandes modifications introduites par la nature dans la conformation des animaux, et représentées dans la classification méthodique par les divisions du règne animal en embranchements et en classes.

XI. Notions sur l'organisation des animaux appartenant à chacune de ces classes, et sur les principales différences qu'ils présentent dans leur structure, dans leurs fonctions et dans leurs mœurs. — Mammifères. — Oiseaux.

XII. Reptiles. — Poissons.

XIII. Insectes. — Arachnides. — Crustacés et vers. — Mollusques. — Zoophytes.

XIV. *Coup d'œil sur la distribution géographique des animaux.* Régions zoologiques. Influence des circonstances extérieures sur la distribution des animaux à la surface du globe (température, végétation, configuration du sol, etc.). Tendance de la nature à représenter, par des espèces distinctes, les mêmes types organiques dans des régions zoologiques éloignées, mais ayant entre elles certains points de ressemblance. — Exemple du mode de distribution géographique de quelques-uns des groupes précédemment étudiés et de quelques-uns des animaux les plus utiles à l'homme.

COURS ÉLÉMENTAIRE
DE ZOOLOGIE.

NOTIONS PRÉLIMINAIRES.

§ Ier. **But et utilité de l'Histoire Naturelle.** — On désigne sous le nom d'HISTOIRE NATURELLE la science qui s'occupe de la structure des corps répandus à la surface du globe, ou réunis pour en constituer la masse, des phénomènes dont ces corps sont le siége, des caractères propres à les faire distinguer entre eux et du rôle qu'ils jouent dans l'ensemble de la Création. Son domaine, comme on le voit, est immense, et son importance ne le cède pas à son étendue. Quelques hommes, peu familiers aux sciences, n'y aperçoivent qu'un recueil de faits anecdotiques plus propres à piquer la curiosité qu'à exercer l'intelligence, ou bien une étude aride de noms techniques et de classifications arbitraires; mais une pareille opinion ne peut avoir sa source que dans l'ignorance, et quiconque possède les premières notions de l'Histoire Naturelle ne peut se refuser à en reconnaître l'immense utilité. Le spectacle si grand et si harmonieux de la nature, en faisant voir combien le beau réel de la Création est au-dessus du beau idéal des inventions humaines, élève l'âme et ramène sans cesse l'esprit à de hautes et salutaires pensées; la connaissance de nous-mêmes et des objets qui nous entourent n'est pas faite seulement pour satisfaire ce besoin de savoir qui se développe toujours à mesure que l'intelligence grandit; elle est une base nécessaire à bien d'autres études, elle est éminemment propre à donner au jugement cette rectitude sans laquelle les qualités les plus brillantes perdent leur valeur, et, dans le cours de la vie, égarent plus souvent qu'elles ne conduisent à un but utile. L'importance pratique des sciences naturelles est trop évidente pour que nous ayons besoin de la démontrer. Pour s'en convaincre, il suffit de jeter les yeux autour de soi; de penser aux richesses enfouies dans le sein de la terre et aux services que la Géologie et la Minéralogie rendent chaque jour à notre industrie; de voir les plantes si variées et si belles qui fournissent à nos besoins avec une si magnifique prodigalité, et de songer que c'est l'Histoire Naturelle qui doit servir de guide à l'agriculture; d'énumérer ces animaux qui

nous donnent la laine, la soie et le miel, qui nous prêtent la force dont nous manquons, ou qui, loin de nous être utiles comme les précédents, détruisent nos récoltes; de se rappeler enfin la longue série d'infirmités dont la machine humaine est parfois affligée, et de se bien convaincre de cette vérité, que la médecine s'agite en aveugle toutes les fois qu'elle ne s'appuie pas sur l'étude scientifique de la nature de l'homme. L'importance pratique de ces études, nous le répétons, n'a pas besoin de preuves et se fait sentir, quelle que soit la carrière que l'on poursuit; mais leur utilité ne se borne pas là, et l'influence qu'elles peuvent exercer sur nos facultés elles-mêmes mérite aussi la plus sérieuse attention. En effet, les sciences naturelles, à raison de la marche qui leur est propre, accoutument l'esprit à remonter des effets aux causes, et en même temps à soumettre sans cesse les résultats déduits des observations précédentes à l'épreuve de faits nouveaux : elle porte aux idées spéculatives les plus élevées, mais ne permet jamais à l'imagination de s'égarer, car elle place toujours l'épreuve matérielle à côté de l'hypothèse. Enfin, mieux que toute autre étude, celle de l'Histoire Naturelle exerce l'intelligence à la *méthode*, partie de la logique sans laquelle toute investigation est laborieuse, et toute exposition obscure.

L'Histoire Naturelle doit donc constituer un des éléments de tout système libéral d'éducation; mais ce n'est pas à dire qu'il faille faire de tout jeune homme un naturaliste. Une science aussi vaste, pour être approfondie, nécessiterait un temps dont les autres études classiques ne permettent pas de disposer, et comprend une foule de détails utiles seulement aux personnes qui veulent s'en occuper d'une manière spéciale. Ce que tout homme éclairé doit savoir, ce n'est pas le caractère à l'aide duquel on peut distinguer tel genre de plantes ou d'animaux de tel autre genre voisin, ni le trajet exact de chaque artère ou de chaque nerf dans le corps de l'homme; en charger sa mémoire, serait l'assujettir à un travail qui ne laisserait de traces ni durables ni utiles; mais ce qu'il importe de lui donner, ce sont des notions justes sur les grandes questions dont les sciences naturelles cherchent la solution; sur la constitution du globe et les révolutions physiques qui se sont succédé à sa surface; sur la nature des plantes et des animaux; sur la manière dont s'exercent les fonctions de ces êtres, et sur les principales modifications qui se remarquent dans leur structure, suivant le genre de vie auquel ils sont destinés. Ce sont là des connaissances qui une fois acquises ne s'oublient guère, qui doivent servir de base aux études spéciales de quiconque veut devenir naturaliste, et qui suffisent aux hommes dont les occupations ne se lient pas d'une manière intime aux

sciences. Ce sont, par conséquent, ces notions générales qu'on doit surtout chercher à graver dans l'esprit des élèves près d'achever le cours des études classiques. L'Université, dans son programme d'enseignement, a sanctionné cette marche; et dans le livre que nous publions ici, nous nous proposons de l'adopter.

§ 2. **Division des corps naturels en trois Règnes.** — L'Histoire Naturelle, ainsi que nous l'avons déjà dit, s'occupe de tous les corps répandus à la surface du globe, ou rassemblés dans l'intérieur de la terre; et ces corps, comme chacun le sait, sont de deux espèces: les *corps bruts* ou *minéraux*, et les *corps vivants* ou *organisés*. Ces derniers se divisent à leur tour en deux groupes que personne ne peut méconnaître: les *végétaux* et les *animaux*. Aussi dans la science, comme dans le langage ordinaire, distingue-t-on dans la nature trois grandes divisions ou Règnes, désignés sous les noms de *Règne minéral*, de *Règne végétal* et de *Règne animal*.

En abordant l'étude de l'Histoire Naturelle, on est donc nécessairement conduit à se demander en premier lieu sur quoi reposent ces divisions si évidentes, et à chercher quelles sont les différences fondamentales qui distinguent un corps brut d'un corps vivant, une plante d'un animal.

§ 3. **Différence entre les corps bruts et les êtres vivants.** — Ces différences sont nombreuses et ressortent, quel que soit le point de vue sous lequel on compare entre eux les corps minéraux et les êtres organisés; l'origine, le genre d'existence, la durée, le mode de destruction, la forme générale, la structure intime, et jusqu'à la composition élémentaire, tout est dissemblable. Pour le démontrer, il nous suffira de quelques mots.

§ 4. Ainsi, le *mode d'origine* n'est pas le même, disons-nous, pour les corps bruts et pour les êtres vivants. Effectivement, lorsqu'un corps minéral se forme, il naît immédiatement de l'union de deux ou de plusieurs matières qui, par leur nature, diffèrent essentiellement de la sienne, et qui se combinent entre elles à raison des affinités chimiques dont elles sont douées. Un être vivant, au contraire, n'est jamais le produit de ces combinaisons spontanées de la matière; il ne peut se former que sous l'influence d'un corps vivant semblable à lui, et la force vitale essentielle à son existence se transmet par une succession non interrompue d'individus qui naissent les uns des autres, et qui se ressemblent entre eux. Le sel commun, par exemple, se formera toutes les fois que deux substances particulières qui ne ressemblent en rien à ce produit, la soude et l'acide chlorhydrique, viendront à s'unir; et ces substances, pour se combiner ainsi, n'auront nullement besoin de la présence

d'un sel semblable à celui qu'elles vont former. Une plante ou un animal, au contraire, n'est jamais créé ainsi de toutes pièces, et, pour se former, doit nécessairement participer d'abord à la vie d'un *parent*, c'est-à-dire d'un corps vivant développé préalablement, et dont il procède. Ces êtres, pour exister, semblent avoir besoin d'une impulsion étrangère ; et cette impulsion, ils ne peuvent la recevoir que d'un corps semblable à ce qu'ils seront eux-mêmes.

§ 5. Le *mode d'existence* des êtres vivants, comparé à celui des êtres inorganiques, est également caractéristique. Les corps bruts, tels que les pierres et les minéraux, sont dans un état permanent de repos intérieur ; les molécules dont ils se composent ne se renouvellent pas ; si leur volume augmente, c'est seulement parce que d'autres corps semblables à eux viennent se déposer à leur surface : et s'ils perdent une partie de leur propre substance, c'est accidentellement, et par l'action de quelque force agissant au dehors d'eux, et complétement indépendante de la cause de leur existence. Tout corps vivant est au contraire le siége d'un mouvement intérieur et incessant de composition, et de décomposition moléculaire, par suite duquel une partie de la matière dont il se compose se renouvelle insensiblement. Sans cesse il incorpore à sa propre substance des molécules étrangères qu'il puise au dehors ; et sans cesse aussi il abandonne et rend au monde extérieur une portion de sa matière constitutive. Cette espèce de tourbillon constitue le phénomène de la *nutrition*, et sa continuité est une condition de vie pour tout être organisé. C'est aussi de ce mouvement intérieur que dépendent les changements de volume que subissent les corps vivants; quand leur masse diminue, c'est parce que la quantité de matières expulsées excède celle des molécules nouvelles qu'ils s'assimilent ; et quand ils s'accroissent, c'est par *intussusception*, et non par *juxtaposition*, comme chez les minéraux ; car les matériaux nouveaux ajoutés à leur masse ne se déposent pas sur leur surface extérieure, mais pénètrent dans la profondeur de leur substance pour s'interposer entre les molécules déjà existantes, en même temps qu'ils remplacent celles que le travail nutritif rejette au dehors.

§ 6. Enfin, après avoir existé ainsi pendant un temps dont la limite extrême est déterminée pour chaque espèce, les corps vivants périssent infailliblement, tandis que les corps bruts, une fois formés, existent tant qu'une force étrangère ne vient pas les détruire ; leur durée n'a pas de limite nécessaire, et ils ne portent en eux aucun principe de destruction. Pour les êtres organisés, nous le répétons, la *mort* est partout une suite nécessaire de la vie; et comme ces êtres ne peuvent naître spontanément, ils disparaîtraient bientôt de la sur-

face de la terre, si, outre la faculté de se nourrir, ils n'avaient aussi le pouvoir de se reproduire : mais cette propriété est également accordée à tout corps vivant, et constitue aussi un des caractères qui distinguent essentiellement les êtres organisés des corps inorganiques.

§ 7. Les différences qui se remarquent entre les corps bruts et les corps vivants, considérés sous le rapport de leur forme et de leur volume, méritent aussi d'être signalées. Tout corps vivant est en quelque sorte prédestiné à acquérir une forme générale déterminée, qu'il n'offre pas lorsqu'il commence à exister, mais qui se développe peu à peu ; et cette forme n'a rien de la simplicité géométrique que nous offrent les minéraux lorsque les molécules de ceux-ci se réunissent en cristaux. Chaque être vivant est assujetti aussi à des limites de volume qu'il ne peut franchir, et une force intérieure tend à déterminer son accroissement, jusqu'à ce qu'il approche de ces limites, qui varient suivant les espèces. Pour les corps bruts, il en est tout autrement ; leur masse n'a pas de limites nécessaires. Du marbre, par exemple, pourra exister également bien sous la forme d'un fragment microscopique ou d'une montagne tout entière ; une plante, un insecte, un oiseau, ne pourra vivre s'il n'atteint des dimensions déterminées, et ne pourra jamais dépasser certaines limites que la nature a assignées à sa croissance. Un corps brut peut aussi être toujours divisé mécaniquement, sans que pour cela les portions ainsi séparées changent de nature, et perdent leurs propriétés essentielles ; les diverses parties d'une même masse ne sont pas liées entre elles d'une manière nécessaire, et c'est par la pensée seulement qu'on peut admettre l'existence d'un *individu* minéral insécable. Chez les plantes et les animaux, au contraire, diverses parties réunies par la nature constituent un ensemble nécessaire à l'existence de chacune d'elles, un seul tout, un *être individuel* distinct de ce qui l'environne, et ne pouvant être mutilé au delà d'un certain degré sans cesser d'exister.

§ 8. D'autres caractères propres aux corps vivants sont fournis par leur structure intime. Toujours ils sont constitués par la réunion de parties solides et de parties liquides ; celles-ci sont répandues en proportion plus ou moins considérable dans tous les points de leur masse, et les parties solides pour contenir ces liquides affectent la forme de lames minces ou de filaments disposés de façon à circonscrire des interstices ou cavités plus ou moins rapprochés. Une disposition semblable se rencontre dans tout corps vivant, et on donne à cette structure générale le nom d'*organisation* ; mais, dans le Règne minéral, on ne voit jamais une texture analogue. Ce mode de conformation est une condition d'existence pour tout être vivant, et on

en comprendra facilement la nécessité si on réfléchit un instant à ce que nous avons dit du mouvement nutritif qui constitue le phénomène le plus constant et le plus caractéristique de la vie. En effet, pour assurer à ces corps une forme quelconque, il leur fallait évidemment des parties solides ; et, pour faire pénétrer dans leur tissu intime les substances étrangères destinées à y être incorporées, et pour entraîner au dehors les particules qui devaient cesser d'y appartenir, il fallait aussi des fluides, car les fluides seuls offrent dans leurs molécules assez de mobilité pour se prêter à un pareil mouvement. Ces fluides devaient pouvoir pénétrer partout où il y avait vie à entretenir, dans l'épaisseur des solides comme à leur surface, et par conséquent ces parties solides devaient nécessairement avoir une texture spongieuse et aréolaire. Il est donc impossible de concevoir l'existence d'un mouvement semblable au travail nutritif, sans un mode de structure tel que celui dont nous venons de parler, et comme nous l'avons déjà dit, l'observation apprend que cette organisation se retrouve dans tous les êtres vivants, dans les végétaux comme dans les animaux : aussi donne-t-on à ces êtres le nom général de *corps organisés*, par opposition aux minéraux que l'on appelle *corps inorganiques*.

§ 9. Enfin il n'est pas jusqu'à la composition élémentaire ou chimique de la matière qui n'offre des différences importantes dans le Règne minéral comparé à la grande division des êtres vivants.

Un corps brut, tel qu'une pierre ou un minéral, peut être formé uniquement par des molécules d'une même substance simple ou élémentaire, le fer ou le soufre, par exemple, ou bien résulter de l'union de deux ou de plusieurs des éléments chimiques, dont la liste s'élève maintenant à plus de cinquante. La Nature ne s'est imposé à cet égard aucune restriction, et, dans tout corps composé minéral, elle n'a associé les éléments constituants que dans des proportions très-simples.

Pour les êtres vivants, il n'en est pas de même ; ils sont toujours d'une composition chimique très-complexe, et, afin de se bien rendre compte de la nature des matériaux constitutifs de leurs corps, il faut rapporter ces matières à trois classes. En effet, parmi ces substances, les unes se rencontrent aussi dans le Règne minéral et n'offrent, chez les animaux et les plantes, rien de particulier ; l'eau et divers sels sont dans ce cas et rentrent dans la classe des *corps inorganiques*. D'autres substances que l'on peut appeler des *matières organiques*, le sucre et l'urée, par exemple, ressemblent beaucoup aux premières par leur mode de constitution, mais ne se forment dans la nature que sous l'influence de la vie. Enfin d'autres encore, telles que l'albumine, la fibrine et la cellulose, pour lesquelles, il convient de

réserver le nom de *matières organisées*, ressemblent aux dernières par leur origine, mais s'en éloignent, ainsi que des corps bruts, par des caractères chimiques d'une haute importance : elles résultent toujours de l'union de trois ou de quatre éléments déterminés ; savoir le carbone, l'hydrogène et l'oxygène, soit seuls, soit combinés à un quatrième principe, l'azote ; elles sont remarquables par leur peu de stabilité et par la manière dont elles se détruisent en se putréfiant lorsqu'elles sont exposées pendant un certain temps à l'influence de l'air chaud et humide ; enfin elles diffèrent des corps bruts par leur mode de constitution moléculaire, car, ainsi que la chimie nous l'apprend, tout atome d'une matière organisée résulte de l'union d'un très-grand nombre d'atomes des divers éléments rassemblés pour le former tandis que, dans le Règne minéral, chaque atome d'un corps composé ne contient qu'un très-petit nombre d'atomes élémentaires (1).

Or, ce sont ces matières organisées qui forment la base essentielle de toutes les parties vivantes des animaux et des plantes, qui en constituent, en quelque sorte, la trame, et les matières organiques ou minérales ne remplissent dans l'économie de ces êtres que des rôles plus ou moins secondaires. Tout corps vivant est, par conséquent, caractérisé chimiquement par la présence de ces composés particuliers de carbone, d'hydrogène et d'oxygène, ou bien d'azote uni aux trois éléments que nous venons de nommer ; car, dans le Règne minéral, on ne connaît pas de composé semblable.

§ 10. Ainsi les corps vivants diffèrent des corps inorganiques par leur composition chimique, par leur structure intime, par leur conformation générale, par leur mode d'origine, par leur mode d'existence et par leur mode de destruction. Mais, pour les caractériser, il n'est pas nécessaire d'énumérer toutes ces différences ; il suffit de dire que ce sont des *êtres qui se nourrissent et se reproduisent* ; car ce sont là les phénomènes les plus remarquables et les plus généraux par lesquels la vie se manifeste.

Ce qui caractérise essentiellement les animaux et les plantes considérés collectivement, c'est donc la *vie* dont ces êtres jouissent, et la vie elle-même, réduite à sa plus simple expression, c'est la faculté de se nourrir ; mais, comme nous le verrons bientôt, elle ne se manifeste que rarement avec cette simplicité, et elle est en général, la cause d'une multitude d'autres phénomènes.

§ 11. La science ne possède aucune donnée sur le *principe de la*

(1) Ainsi un atome d'acide carbonique est formé par 1 atome de carbone uni à 2 atomes d'oxygène, tandis que 1 atome de l'espèce de graisse connue sous le nom de *stéarine* paraît contenir 140 atomes de carbone, 134 atomes d'hydrogène et 5 atomes d'oxygène.

vie, mais, de même qu'en physique on personnifie en quelque sorte la cause de la chaleur sous le nom de calorique, bien qu'on n'en connaisse pas la nature, de même aussi, en physiologie, pour faciliter l'expression des faits, on admet l'existence d'une force spéciale comme cause des phénomènes particuliers aux êtres vivants et inexplicables d'après les lois ordinaires de la chimie ou de la physique; cette force, on la désigne sous le nom de *force vitale*, mais on ignore les lois qui la régissent. On sait seulement qu'elle ne se développe que dans des corps organisés, et que pour s'y manifester ces corps doivent être placés dans certaines conditions d'existence déterminées. Ainsi une des circonstances indispensables à la manifestation des phénomènes vitaux, est la présence d'une certaine quantité d'eau dans le corps des êtres organisés. Il est des animaux et des plantes chez lesquels la vie est complétement suspendue par l'effet de la dessiccation, et se montre de nouveau dès que l'on rend à l'être en apparence mort l'humidité qui lui est nécessaire; mais dans la plupart des cas cette privation d'eau entraîne immédiatement la mort. Une autre condition d'existence pour les êtres vivants est l'influence d'une certaine température. Enfin tous ont aussi besoin de l'influence de l'air.

§ 12. **Organes.** — Du reste la force vitale ne se manifeste que par l'intermédiaire des *organes* ou instruments plus ou moins nombreux dont l'ensemble constitue le corps de l'être vivant. Chacun des phénomènes qui se développent chez un animal ou chez une plante, est le résultat de l'action d'une partie déterminée de son corps, et il existe toujours un rapport nécessaire entre la conformation de cette partie et la nature des actes qu'elle est chargée d'exécuter. Ainsi l'homme ne peut exécuter des mouvements que par l'intermédiaire de certains *organes* ou instruments appelés muscles, et ne peut avoir la connaissance de ce qui l'entoure que par l'intermédiaire des *organes* des sens, et la conformation de chacun de ces organes varie suivant ses fonctions.

§ 13. **Rapports sous lesquels on étudie les êtres vivants.** — L'étude du mode de conformation des organes d'un animal ou d'une plante constitue la branche de l'Histoire Naturelle connue sous le nom d'*anatomie*. L'étude des *fonctions* de ces êtres porte le nom de *physiologie*.

L'ANATOMIE est donc la *science qui traite de la structure des corps organisés*, et la PHYSIOLOGIE est la *science de la vie*. Mais ces deux sciences ont entre elles les liaisons les plus étroites, car la physiologie ne peut se passer de l'anatomie, et l'anatomie à son tour perdrait tout son intérêt si on voulait la séparer de la physiologie. En effet, pour comprendre le mécanisme à l'aide duquel un phénomène vital

se produit, il faut avant tout connaître la disposition matérielle des organes qui en sont les instruments, et, d'un autre côté, la connaissance de la structure de ces organes n'aurait que peu d'importance si on ne cherchait en même temps à en découvrir les usages.

L'anatomie et la physiologie constituent la base de l'Histoire Naturelle des êtres organisés ; mais ces deux sciences ne suffisent pas à la connaissance des animaux et des plantes, il faut aussi les étudier sous d'autres rapports. Ainsi, pour pouvoir distinguer entre eux tous ces corps dont le nombre est immense, il faut avoir recours à l'observation des particularités qu'ils offrent, et dont on peut se servir comme de *caractères*, pour reconnaître avec certitude chacun d'entre eux. Il faut aussi, pour soulager la mémoire, les *classer* de façon à faciliter ces distinctions, et les ranger de manière à rendre significative la place que chacun d'eux occupe dans cette distribution, c'est-à-dire les grouper d'après les divers degrés de similitude ou de dissemblance qui se remarquent dans leur nature intime ; car à l'aide de classifications pareilles on résume en peu de mots tous les points les plus importants de l'Histoire des êtres vivants. La considération du mode de répartition des animaux et des plantes à la surface du globe et des lois qui président à cette distribution offre également de l'intérêt. Il en est de même des usages auxquels nous employons ces corps si variés. Enfin l'Histoire Naturelle ne s'occupe pas seulement des êtres qui, aujourd'hui, vivent autour de nous, elle recherche les traces de ceux que le temps a détruits, et par l'examen des débris fossiles qu'ont laissés dans le sein de la terre ses antiques habitants, elle arrive à la connaissance de ce qui existait lorsque l'homme lui-même n'existait pas encore à la surface du globe.

Ces études variées se partagent naturellement en deux branches, suivant qu'elles ont pour objet les animaux ou les plantes. On donne le nom de *zoologie* à l'Histoire du Règne animal, et celui de *botanique* à la science qui traite des végétaux. Dans ce livre nous n'aurons à nous occuper que des animaux.

Caractères généraux des animaux.

§ 14. **Différences entre les animaux et les plantes.** — En comparant les êtres organisés aux corps bruts, nous avons fait connaître les caractères principaux qui distinguent le Règne animal du Règne minéral ; mais ces caractères appartiennent aussi au Règne végétal, car ils sont inhérents à tout ce qui vit, et en abordant l'histoire des animaux, il nous faut aussi indiquer les différences qui les séparent des plantes.

La limite entre le Règne animal et le Règne végétal n'est pas toujours aussi facile à reconnaître qu'on le croirait au premier abord, car il existe des êtres d'une grande simplicité de structure qui semblent établir le passage entre ces deux groupes, et qui embarrassent quelquefois le naturaliste lorsqu'il cherche à les classer; mais dans l'immense majorité des cas, rien n'est plus facile que de distinguer un animal d'une plante, et les incertitudes dont nous venons de parler tiennent peut-être à l'imperfection de nos connaissances plutôt qu'à la nature des choses; aussi ne convient-il pas de nous y arrêter ici, et pouvons-nous dire d'une manière générale que les animaux diffèrent des plantes par des caractères d'une haute importance tirés en même temps de la nature des phénomènes par lesquels la vie se manifeste chez ces êtres, de leur mode de structure, et de la composition chimique des principales matières constituantes de leurs corps.

§ 15. Les actes que les végétaux exécutent ont uniquement pour objet la nutrition de l'individu ou la reproduction d'individus nouveaux. Chez les animaux, la vie se manifeste sous une forme plus compliquée : à la faculté de se nourrir et de se reproduire vient s'ajouter le pouvoir d'exécuter, sous l'influence d'un moteur intérieur, des mouvements qui tendent à un but déterminé, et la faculté de sentir ou de recevoir des impressions du dehors et d'en avoir la conscience. De là est venu le nom d'*êtres animés*, que l'on donne aux animaux, par opposition aux végétaux, que l'on appelle des *êtres inanimés*.

Ainsi les VÉGÉTAUX sont des *corps qui se nourrissent et qui peuvent se reproduire, mais qui ne sentent ni ne se meuvent volontairement*; les ANIMAUX sont des *corps qui se nourrissent, se reproduisent, sentent et se meuvent.*

Il existe aussi des différences considérables entre la manière dont s'exercent les mêmes fonctions chez les animaux et les plantes: ainsi les actes à l'aide desquels s'effectue la nutrition ne sont pas tous les mêmes dans les deux grandes divisions des corps vivants; mais c'est seulement en étudiant ces fonctions que nous pourrons indiquer ces dissemblances, et nous y arrêter ici serait prématuré.

§ 16. Ces différences dans les fonctions en entraînent de non moins considérables dans la conformation des organes ou instruments dont l'ensemble constitue le corps d'un animal ou d'une plante. Les animaux, étant doués d'un plus grand nombre de facultés que les végétaux, doivent nécessairement avoir des organes plus variés, et offrir par conséquent dans leur organisation une complication plus grande. Mais ce n'est pas seulement sous ce rapport que les animaux et les végétaux diffèrent anatomiquement; la structure

intime des tissus constitutifs de leurs organes n'est pas la même. Les parties qui forment ces tissus, et qui sont pour ainsi dire les matériaux organiques d'un végétal, affectent essentiellement la disposition de *cellules* ou utricules pourvus de parois propres et creux à l'intérieur ; chez les animaux, il n'en est pas de même ; les tissus sont pour la plupart composés de filaments ou de lamelles qui s'entrecroisent de façon à circonscrire imparfaitement des lacunes, et à constituer des masses ou des membranes plus ou moins spongieuses, mais point divisées en une multitude d'utricules indépendants les uns des autres, comme chez les végétaux ; souvent, il est vrai, les tissus animaux en voie de formation se montrent composés d'utricules ; mais en général, cette structure qui est permanente chez les plantes, n'est que transitoire chez les animaux et ne persiste que dans les parties de l'économie où la vie est peu active, dans les membranes épidermiques, par exemple.

§ 17. Enfin, aux caractères tirés des fonctions et de la structure des animaux et des plantes, il faut ajouter encore ceux fournis par la nature chimique de ces êtres. En effet, les matières organisées qui forment la base des tissus vivants sont composées de carbone, d'hydrogène et d'oxygène seulement chez les plantes, tandis que chez les animaux ces substances résultent de l'union de l'azote avec les trois éléments dont il vient d'être question. Il existe bien chez les plantes des matières azotées, et chez les animaux on trouve aussi des composés qui ne renferment pas d'azote ; mais les matières organisées essentielles à la constitution des parties vivantes offrent dans les deux Règnes la composition chimique que nous venons d'indiquer.

Des tissus organiques des animaux et de leurs organes.

§ 18. Nous avons déjà dit que diverses substances élémentaires, mais principalement l'azote, le carbone, l'hydrogène et l'oxygène, se combinent pour produire les matières dont se compose le corps des animaux ; et nous avons vu aussi que parmi les substances ainsi constituées, il en est quelques-unes, désignées sous le nom de matières organisées, qui forment la base essentielle de toutes les parties solides animées par le mouvement vital. Ces matières organisées sont moins variées qu'on pourrait le supposer, car chez tous les animaux la trame de ces parties vivantes paraît être composée principalement d'une substance nommée *albumine*, ou de *fibrine* qui n'est probablement que de l'albumine légèrement modifiée. Toutes les parties solides du corps animal se ressemblent aussi par la présence d'une proportion considérable d'eau qui est interposée entre leurs molécules, et qui contribue puissamment à leur donner la flexi-

bilité, la mollesse et les autres propriétés physiques nécessaires pour qu'elles remplissent les fonctions auxquelles elles sont destinées dans l'économie. Mais le mode de texture des solides ainsi constitués varie beaucoup, et on donne le nom de *tissus organiques* à ces parties, qui à leur tour se réunissent pour constituer les organes, et qui en sont pour ainsi dire les matériaux.

§ 19. Les principaux tissus organiques des animaux sont au nombre de trois, savoir : les tissus musculaire, nerveux et cellulaire.

Le *tissu musculaire* constitue ce que l'on nomme vulgairement la *chair* des animaux ; il est l'agent producteur de tous leurs mouvements, et consiste toujours en fibres susceptibles de se raccourcir. Quelquefois ces fibres sont, pour ainsi dire, disséminées dans la substance des organes ; d'autres fois elles sont rassemblées en masses, et forment des *muscles* ; mais quelle que soit leur disposition, on les distingue toujours par leur faculté contractile, et dans le corps de l'homme, de même que chez la plupart des animaux, on les rencontre partout où il y a des mouvements à exécuter.

Le *tissu nerveux* est une matière molle et ordinairement blanchâtre, qui constitue le cerveau et les nerfs, et qui est le siége de la faculté de sentir ; en traitant des fonctions de relation, nous aurons l'occasion d'en étudier les propriétés et les usages.

Enfin, le *tissu cellulaire*, que l'on nomme ainsi à cause de sa texture aréolaire et spongieuse est, de tous les matériaux constitutifs de nos organes, le plus universellement répandu. Dans quelques animaux des plus simples, il paraît former la presque totalité du corps ; et dans ceux qui ont, ainsi que l'homme, la structure la plus compliquée, ce tissu existe en couche plus ou moins épaisse entre tous les organes ; il remplit les interstices que ces parties laissent entre elles, et se rencontre aussi dans l'épaisseur de leur substance, où il sert à réunir les diverses portions dont elles se composent, comme à leur surface il sert à unir les divers appareils de l'économie ; il est en quelque sorte la gangue de tous les organes, et en se modifiant de diverses manières, il donne naissance aux membranes et à une foule d'autres tissus : enfin, c'est toujours dans son épaisseur que se dépose la graisse. Ce tissu est une substance blanchâtre, demi-transparente et très-élastique, qui se compose de filaments et de petites lamelles plus ou moins consistants et réunis irrégulièrement, de façon à laisser entre eux des lacunes ou cellules de grandeurs variables. Ces cellules n'ont que des parois incomplètes, et ne sont séparées les unes des autres que par une espèce de feutrage spongieux ; aussi communiquent-elles toutes ensemble, et livrent-elles un passage facile aux fluides qui tendent à les traverser ; enfin,

elles sont toujours imbibées d'un liquide aqueux chargé de particules albumineuses et connu sous le nom de *sérosité*.

Les autres tissus organiques qui concourent avec les précédents à former les diverses parties du corps des animaux, sont les membranes désignées par les anatomistes sous les noms de *membranes séreuses* et *muqueuses*, les diverses variétés du *tissu fibreux*, les *cartilages*, le *tissu osseux*, etc.; mais, suivant toute apparence, ces tissus ne sont que des modifications du tissu cellulaire, qui tantôt, comme dans les membranes séreuses, s'étend en grandes lames minces et lisses, tantôt, comme dans le tissu osseux, se charge de produits organiques particuliers, et se solidifie par le dépôt de matières minérales dans les mailles de sa substance. Quant à l'étude plus approfondie de ces tissus, elle trouvera sa place dans la suite de ce cours.

§ 20. Ces tissus, diversement combinés et affectant des formes particulières, constituent les différents organes ou instruments à l'aide desquels les facultés des animaux s'exercent.

Lorsque plusieurs organes concourent à produire un phénomène, on désigne cet assemblage d'instruments sous le nom d'*appareil*, et l'on appelle *fonction* l'action d'un de ces organes isolé ou de l'un de ces appareils. On dit, par exemple, *appareil de la locomotion* pour désigner l'ensemble des *organes* qui servent à transporter l'animal d'une place à une autre, et *fonction de la locomotion* pour désigner l'action de toutes ces parties.

Ainsi que nous l'avons déjà dit, la manière dont un organe ou un appareil fonctionne dépend de sa conformation; en sorte que la structure des animaux varie autant que leurs facultés et leurs genres de vie. Chez ceux dont les facultés sont les plus bornées, les organes, dont l'ensemble constitue le corps, présentent le moins de diversité, tandis que chez ceux dont les fonctions sont plus variées, et chez lesquels la vie est, pour ainsi dire, plus parfaite, les organes se multiplient aussi, et le corps offre une structure plus compliquée.

Classification des fonctions des animaux.

§ 21. Les fonctions des animaux se rapportent à deux objets, la conservation de l'individu et la conservation de sa race; mais, parmi les premières, il est une distinction importante à établir : les unes servent à assurer l'entretien et l'accroissement du corps; les autres, à mettre l'animal en relation avec les êtres qui l'environnent.

Il en résulte que les fonctions ou actes de ces êtres peuvent se diviser en trois grandes classes, savoir : les *fonctions de nutrition*, les *fonctions de relation* et les *fonctions de reproduction*. Les fonc-

tions de nutrition et de reproduction, ainsi que nous l'avons déjà vu, sont communes aux plantes et aux animaux ; aussi leur donne-t-on le nom collectif de fonctions de la *vie végétative;* mais les fonctions de relation n'existent que chez ces derniers et constituent ce que les physiologistes appellent la *vie animale.*

Chacune de ces grandes divisions physiologiques se subdivise à son tour en plusieurs séries de phénomènes qui tendent bien à un même but final, mais qui sont plus ou moins distinctes entre elles; enfin, chacun de ces phénomènes est, en général, le résultat de l'action de plusieurs agents. Ainsi la *nutrition* d'un animal, par exemple, ne s'effectue que par le concours de diverses fonctions, telles que la digestion, la circulation, la respiration, etc.; le travail digestif à son tour se compose d'un nombre plus ou moins considérable d'actes distincts, la mastication, la déglutition, la transformation des aliments en chyme, la production du chyle ou extraction des parties essentiellement nutritives contenues dans le chyme, l'absorption de ce chyle et l'expulsion du résidu alimentaire désormais inutile dans l'économie : enfin cette mastication, cette déglutition, et tous ces actes que nous venons d'énumérer sont eux-mêmes le résultat de divers phénomènes particuliers, tels que le mouvement musculaire dont dépendent le rapprochement et l'écartement alternatif des mâchoires, et la production des sucs propres à modifier la constitution des aliments.

§ 22. Du reste, rien n'est plus varié que la manière dont les diverses fonctions des animaux s'exécutent, et comme la structure de leurs organes est toujours en harmonie parfaite avec les usages auxquels la nature les a destinés, il existe aussi une variété étonnante dans le mode d'organisation de ces êtres. Chez les uns, les facultés sont des plus bornées et la structure est des plus simples; chez d'autres, cette structure offre une complication extrême et la vie se manifeste par les phénomènes les plus variés. A mesure que nous avancerons dans l'étude des fonctions des animaux, nous aurons à signaler cette diversité, et, si le temps nous le permettait, nous pourrions aussi, à chaque pas, donner de nouvelles preuves de l'accord admirable qui règne entre le mode d'organisation de chacun de ces êtres et son mode d'existence; mais c'est après avoir passé en revue toutes les fonctions que nous nous arrêterons sur ces considérations, car c'est alors seulement que nos jeunes lecteurs pourront en saisir toute la portée.

Nous allons donc aborder maintenant l'étude des principales fonctions des animaux, et nous nous occuperons d'abord de celles qui ont pour objet le maintien de la vie de l'individu, c'est-à-dire les fonctions de nutrition.

HISTOIRE

DES PRINCIPALES FONCTIONS DES ANIMAUX.

1° DES FONCTIONS DE NUTRITION.

§ 23. La nutrition des êtres vivants consiste, ainsi que nous l'avons déjà dit, dans l'introduction de certaines matières étrangères jusque dans la profondeur des tissus dont l'ensemble constitue le corps, de l'assimilation, la fixation et l'organisation des matières ainsi introduites; enfin dans l'expulsion des molécules qui se séparent des parties vivantes, et qui peuvent être comparées à des matériaux vieillis et mis hors d'usage dont l'économie a besoin de se débarrasser.

Il est donc évident que la première condition nécessaire à la production de ce phénomène intérieur de composition et de décomposition moléculaire est la faculté d'*absorber* les matières étrangères, c'est-à-dire de s'en laisser pénétrer, de les attirer du dehors et de les admettre jusque dans la profondeur des organes. L'*absorption*, en effet, est une fonction commune à tous les êtres vivants.

§ 24. Chez les plantes, cette seule faculté suffit à l'introduction de toutes les matières nécessaires à la nutrition de ces êtres, et c'est directement qu'ils puisent autour d'eux tout ce qui doit pénétrer dans la substance de leurs organes; mais chez les animaux, il n'en est pas de même. Ceux-ci admettent bien de la sorte une partie des matériaux nouveaux qu'ils doivent assimiler au tissu de leurs organes; mais ils ne trouvent pas autour d'eux la totalité de ces matériaux tout préparés, et ils ont besoin d'approprier à leur usage la plupart des matières nutritives avant que de les absorber. Ce travail préliminaire, cette préparation des substances alimentaires nécessaire à leur introduction dans l'économie animale par la voie de l'absorption, constitue le phénomène de la *digestion* et peut être signalé comme un des traits distinctifs des animaux comparés aux plantes.

§ 25. C'est donc par absorption que les matières, puisées directement au dehors ou préparées par le travail digestif, sont admises dans l'intérieur de l'économie animale, où elles se mêlent aux humeurs du corps. Ces liquides les répandent ensuite partout où elles doivent pénétrer; quelquefois ce transport ne se fait qu'avec lenteur et ne s'effectue que par l'effet d'un phénomène intérieur analogue à celui qui a déterminé leur introduction dans le corps, c'est-à-dire l'absorption; mais, chez presque tous les animaux, la distribution rapide et régulière des matières nutritives dans toutes les parties

de l'économie est assurée par l'existence de courants qui parcourent sans cesse tout le corps et qui servent en même temps à entraîner au loin les molécules éliminées de la substance des organes par le travail nutritif. Ce mouvement du fluide nourricier est déterminé par l'action d'un appareil plus ou moins compliqué, et constitue une troisième grande fonction de nutrition, celle de la *circulation du sang*.

§ 26. Le fluide nourricier, en circulant ainsi à travers la substance des organes, ne tarde pas à perdre la propriété d'y entretenir la vie; mais, pour retrouver sa qualité vivifiante, il lui suffit du contact de l'air. Par ce contact, il se charge d'un principe particulier, l'oxygène, qui en modifie les propriétés, et en même temps il se débarrasse d'autres matières dont la présence est nuisible à l'économie. Ces rapports entre l'air et le fluide nourricier constituent le phénomène de la *respiration*, et cette fonction, de même que l'absorption et la digestion, est un des principaux actes de la vie végétative chez les animaux.

§ 27. La digestion, l'absorption, la respiration et la circulation sont des actes préparatoires pour le phénomène essentiel de la nutrition; celui-ci consiste dans la fixation des molécules nouvelles dans la substance des tissus vivants, l'assimilation de ces molécules à ceux dont la partie est déjà formée, leur organisation et leur participation à la vie commune de l'ensemble ainsi constitué. Ce travail est désigné par les physiologistes sous les noms d'*assimilation* ou de NUTRITION PROPREMENT DITE.

§ 28. Enfin les matières éliminées des tissus par suite du renouvellement de molécules inhérent au mode d'existence des êtres vivants; ces matières, qui ne participent plus à la vie et qui sont devenues en quelque sorte étrangères à l'économie, ne doivent pas y demeurer, et, pour que leur sortie soit possible, il est évident que les animaux, de même que les plantes, doivent être le siége d'un phénomène inverse de l'absorption. C'est effectivement ce qui a lieu; mais la manière dont les *excrétions* s'effectuent n'est pas toujours identique; tantôt c'est un simple passage, en quelque sorte mécanique, des matières les plus fluides des humeurs qui s'échappent au dehors; d'autres fois c'est un travail chimique qui opère la séparation de liquides particuliers dont la nature diffère essentiellement de celle du fluide nourricier qui les fournit. On donne au premier de ces phénomènes le nom d'*exhalation*, et au second celui de *sécrétion*; et c'est par ces deux voies que l'économie élabore les sucs particuliers nécessaires à l'exercice de diverses fonctions, en même temps qu'elle se débarrasse de tout ce qui lui est inutile.

Ainsi les fonctions de nutrition consistent essentiellement dans

l'absorption, la digestion, la circulation, la respiration, l'assimilation, l'exhalation et les sécrétions. Ce sont, par conséquent, ces grands actes de la vie végétative que nous devons maintenant étudier successivement.

DE L'ABSORPTION.

§ 29. L'absorption est l'acte par lequel les êtres vivants pompent en quelque sorte, et font pénétrer, dans la masse de leurs humeurs, les substances qui les environnent, ou qui sont déposées dans l'intérieur de leurs corps.

Pour constater l'existence de cette faculté absorbante, il suffit d'un petit nombre d'expériences. Si l'on plonge dans de l'eau le corps d'une grenouille, de façon à ce que le liquide ne puisse s'introduire dans la bouche de l'animal, on trouve néanmoins qu'au bout d'un certain temps son poids augmente : or, cette augmentation qui, dans des circonstances favorables, s'élève jusqu'au tiers du poids total de l'animal, ne peut évidemment dépendre que de l'*absorption* de l'eau par la surface extérieure du corps.

Si l'on introduit une quantité connue d'eau dans l'estomac d'un chien, et qu'à l'aide de deux ligatures on ferme toutes les ouvertures qui font communiquer la cavité de cet organe avec d'autres parties, le liquide n'en disparaîtra pas moins au bout de peu de temps, car il sera *absorbé* par les parois de l'estomac et se mêlera ainsi au sang.

Il n'existe cependant, à la surface de la peau ou de l'estomac, ni pores (1) ni ouvertures quelconques qui conduisent directement dans les vaisseaux sanguins, et qui servent au passage des liquides absorbés. Mais les tissus qui forment ces organes, de même que ceux de toutes les autres parties du corps, ont une structure plus ou moins spongieuse, et sont tous plus ou moins *perméables* aux liquides.

En effet, dans le corps vivant comme sur le cadavre, ces tissus s'imbibent toujours des fluides qui les baignent, et se laissent traverser par eux avec plus ou moins de facilité.

§ 30. **Mécanisme de l'absorption.** — La perméabilité des parties solides des corps organisés suffit déjà pour nous faire comprendre comment l'absorption est possible. A l'aide de cette propriété des tissus vivants, les liquides peuvent avoir accès partout, mais elle ne saurait les y appeler ; et, pour qu'ils pénètrent dans l'intérieur des

(1) Les pores que l'on aperçoit à la surface de la peau ne traversent pas cette membrane et ne conduisent que dans de petites cavités logées dans son épaisseur et servant à sécreter diverses humeurs ou à former les poils ; en traitant du toucher, nous aurons l'occasion de revenir sur la structure de la peau.

organes, il faut nécessairement qu'ils soient sollicités à le faire par une force quelconque.

L'attraction capillaire (1) contribue puissamment à produire cette imbibition ; mais elle n'est pas la seule force qui agisse dans ce sens, et pour se former une idée exacte du mécanisme à l'aide duquel les liquides pénètrent dans la substance des tissus organiques, il est nécessaire de connaître un phénomène très-curieux, découvert il y a quelques années par M. Dutrochet, et désigné par lui sous le nom d'*endosmose.*

Ce physiologiste a constaté que, si l'on renferme de l'eau gommée dans un petit sac membraneux surmonté d'un tube et baigné par de l'eau pure (*fig.* 1), ce dernier liquide pénètre dans l'intérieur de l'appareil, et s'élève dans le tube à une hauteur considérable. Il y a donc ici une véritable absorption, et la force qui la détermine agit souvent avec assez d'énergie pour faire équilibre à une colonne d'eau de plusieurs centimètres. En plaçant au contraire de l'eau gommée ou sucrée au dehors du sac membraneux, et de l'eau pure dans son intérieur, le passage a lieu en sens inverse, et le sac, au lieu de se remplir, se vide.

Fig. 1.

Ce phénomène a la plus grande analogie avec l'absorption qui a lieu chez les êtres vivants, et l'explication en est facile à trouver. Nous avons vu que les membranes organiques, de même que tous les corps spongieux ou poreux, se laissent traverser par les liquides ; mais la facilité avec laquelle ce transport a lieu varie suivant que ces liquides sont plus ou moins fluides et mouillent plus ou moins facilement ces espèces de filtres. Si les deux liquides, placés dans l'intérieur et à l'extérieur de la poche membraneuse, pouvaient traverser avec la même rapidité les parois de cette cavité, ils se mêleraient

(1) On donne en physique le nom d'*attraction capillaire* à l'attraction qui se manifeste entre les liquides et les parois d'un tube très-étroit ou la surface d'un corps quelconque qui s'y trouve plongé en partie, et qui détermine l'élévation de la portion du liquide ainsi influencé au-dessus de son niveau primitif ou bien son abaissement. Cette force devient surtout évidente dans l'intérieur de tubes de très-petite dimension, et détermine l'ascension du liquide toutes les fois que celui-ci peut mouiller les parois du tube et présente par conséquent, dans son intérieur, une surface concave. C'est par l'effet de la capillarité que l'huile monte dans la mèche d'une lampe et que l'eau se répand rapidement dans toutes les parties d'un morceau de sucre dont la partie inférieure seulement est plongée dans le liquide.

également, et le même niveau s'établirait en dedans et au dehors de l'instrument. Mais si le liquide extérieur traverse plus facilement les parois du sac que le liquide intérieur, le courant du dehors en dedans sera plus rapide que le courant en sens contraire, et le liquide s'accumulera dans l'intérieur de l'appareil. Or, c'est ce qui a lieu quand il y a endosmose ; l'eau qui baigne le sac renfermant l'eau gommée filtre facilement à travers les parois de cette cavité, et lorsqu'elle est arrivée dans son intérieur, elle s'unit à la gomme, et forme ainsi un liquide nouveau dont le passage à travers ces mêmes parois est d'autant plus difficile, que la quantité de gomme est plus considérable : elle doit donc s'y accumuler, et s'élever dans le tube vertical qui communique avec le réservoir membraneux.

§ 31. Les corps organisés qui absorbent du dehors les liquides dont ils sont entourés sont placés dans les mêmes conditions que le sac membraneux dont nous venons de parler ; il est donc à présumer que, dans tous les cas, les mêmes effets sont dus à des causes analogues, et que la force principale qui détermine le passage des substances absorbées à travers les membranes vivantes est la même que celle dont dépend le phénomène de l'endosmose.

§ 32. **Organes de l'absorption.** — Dans certains animaux des classes inférieures, ceux dont la structure est la moins compliquée et les facultés les plus bornées, l'absorption ne consiste que dans l'espèce d'imbibition dont nous venons de parler. C'est par le même mécanisme que les substances étrangères traversent l'épaisseur des parties solides avec lesquelles elles sont en contact, pour aller se mêler aux liquides dont les aréoles de ces organes sont remplies ; qu'elles se répandent ensuite dans le reste du corps, et qu'elles pénètrent dans la profondeur de tous les tissus. Chez les animaux dans lesquels il se fait une circulation régulière, l'absorption proprement dite, ou le passage des substances étrangères du dehors dans l'intérieur de l'économie, s'effectue toujours de la même manière que chez les êtres moins parfaits; mais, du moment où ces substances en traversant de la sorte les tissus pénètrent dans les vaisseaux, dont ceux-ci sont creusés, et qu'elles s'y mêlent aux sucs nourriciers du corps, les choses se passent tout autrement ; car, au lieu de continuer à se répandre de proche en proche dans les diverses parties par l'effet de l'imbibition, elles sont entraînées par des courants plus ou moins rapides, et distribuées immédiatement dans tous les points où le sang lui-même pénètre. On voit donc que l'absorption de ces matières et leur transport dans l'intérieur de l'économie ne sont plus un acte unique, mais se composent de deux séries de phénomènes parfaitement distincts : les uns, purement locaux, consistent dans l'imbibi-

tion des tissus et dans le mélange des matières absorbées avec les humeurs contenues dans les vaisseaux de ces parties ; les autres, dépendant d'une circulation générale, consistent dans le transport de ces mêmes substances dans les parties éloignées de celles où elles avaient d'abord pénétré.

§ 33. Chez tous ces êtres, l'agent principal à l'aide duquel ce transport s'effectue est le sang qui traverse les organes où l'absorption a lieu, et qui retourne par les veines vers le cœur, pour se porter ensuite de nouveau dans l'épaisseur des divers tissus. Il s'ensuit que chez les animaux pourvus d'un système circulatoire les veines jouent un rôle très-important dans l'absorption, et que, dans l'immense majorité des cas, c'est par leur intermédiaire que les liquides, dont un point circonscrit du corps est imbibé, se répandent dans toute l'économie.

§ 34. Chez un grand nombre d'animaux, c'est seulement par l'intermédiaire des vaisseaux sanguins que l'absorption s'effectue ; mais, chez l'homme et la plupart des autres animaux dont l'organisation est la plus compliquée, il existe un autre système de canaux, qui servent au même usage, et qui paraissent être spécialement destinés à absorber certaines substances déterminées. C'est l'appareil des *vaisseaux lymphatiques*.

On donne ce nom à des canaux qui naissent par des radicules extrêmement déliées dans la profondeur des divers organes, et qui, après s'être réunis en troncs plus ou moins gros, vont enfin déboucher dans les veines. Leurs parois sont transparentes et d'une grande délicatesse ; ils communiquent fréquemment entre eux par des anastomoses (1) et se réunissent successivement de façon à constituer des branches plus grosses, lesquelles se joignent à leur tour pour former des troncs d'un diamètre de plus en plus considérable. Chez l'homme et les autres mammifères, on en trouve dans presque toutes les parties du corps, soit sous la peau, soit plus profondément, et la plupart de ces vaisseaux se terminent dans un gros tronc nommé *canal thoracique*, qui remonte dans l'abdomen et le thorax au-devant de la colonne vertébrale et va déboucher dans une grosse veine située près du cœur, à gauche de la base du cou, et appelée *veine sous-clavière gauche* ; mais d'autres s'ouvrent isolément dans la veine du côté opposé du cou, ou même quelquefois dans divers vaisseaux sanguins situés plus près de leur origine. Pendant leur trajet, on les voit passer à travers de petits organes irrégulièrement arrondis, et situés aux aisselles, au pli de l'aine, au cou, dans la poitrine et dans

(1) On désigne sous le nom d'*anastomose* l'*abouchement* ou communication directe de deux vaisseaux entre eux.

l'abdomen (voyez *fig.* 26). La structure et les usages de ces corps sont encore peu connus ; on les appelle *ganglions lymphatiques*. Enfin, dans l'intérieur des vaisseaux lymphatiques, il existe un grand nombre de replis transversaux qui remplissent les fonctions de valvules, et qui s'opposent au reflux du liquide contenu dans leur cavité.

On a constaté l'existence des vaisseaux lymphatiques chez les oiseaux, les reptiles et les poissons, aussi bien que chez les mammifères. Chez divers reptiles, tels que la grenouille, cet appareil offre même une structure plus compliquée que chez les animaux supérieurs, car les vaisseaux lymphatiques sont en communication avec un certain nombre de réservoirs contractiles qui battent d'une manière régulière, et qui peuvent être considérés comme des espèces de cœurs lymphatiques.

§ 35. Le liquide contenu dans le système des vaisseaux lymphatiques porte le nom de *lymphe*. Lorsqu'il n'est pas mêlé aux produits de la digestion, il est légèrement jaunâtre et transparent ; examiné au microscope, on y découvre des globules incolores qui paraissent être sphériques et qui sont plus petits que les globules rouges dont nous aurons bientôt à signaler l'existence dans le sang ; abandonné à lui-même, il se coagule à peu près comme ce dernier liquide, mais avec moins de force ; enfin, soumis à l'analyse chimique, il se montre composé d'eau, d'albumine, de fibrine et de divers sels.

On ne sait que peu de chose sur les mouvements de la lymphe dans l'intérieur des vaisseaux lymphatiques ; ainsi que nous le verrons en étudiant la digestion, ce liquide remonte quelquefois avec beaucoup de force dans le canal thoracique, et en dernier résultat il va toujours se mêler au sang dans les grosses veines situées près du cœur.

§ 36. Rien n'est plus facile que de démontrer l'absorption qui a lieu dans certains organes par l'intermédiaire des vaisseaux lymphatiques ; pour le faire, il suffit d'ouvrir l'abdomen d'un animal dont la digestion est en pleine activité, car on trouve alors tous les vaisseaux lymphatiques des intestins gorgés d'un liquide lacté provenant des matières alimentaires, tandis que, chez un animal à jeûn, ils paraissent presque vides et incolores.

L'absorption qui a lieu directement par les veines est également prouvée par les expériences faites sur les animaux vivants, et on a même constaté de la sorte que c'est par l'intermédiaire de ces vaisseaux que la plupart des matières absorbées pénètrent dans l'économie ; les vaisseaux lymphatiques servent principalement à l'introduction des produits nutritifs élaborés par la digestion, et probablement aussi à l'absorption du résidu fourni par le travail nutritif dans la profondeur de toutes les parties de l'économie.

§ 37. **Circonstances qui influent sur l'absorption.** — D'après ce que nous avons dit du mécanisme de l'absorption, on comprendra facilement quelles sont les principales circonstances qui doivent influer sur la marche de cette fonction.

Ainsi, la première condition de toute absorption étant la perméabilité des tissus interposés entre la substance qui doit être absorbée et les liquides qui serviront à en effectuer le transport, il est évident que, *toutes choses égales d'ailleurs, ce phénomène doit être d'autant plus rapide, que ce tissu lui-même offre une texture plus lâche et plus spongieuse.*

Un autre principe également facile à déduire des faits déjà exposés, c'est que, *toutes choses égales d'ailleurs, la rapidité de l'absorption doit être en raison du degré de vascularité du tissu qui en est le siége.*

En effet, la texture lâche et spongieuse des solides organiques est, de toutes les propriétés physiques, celle qui doit faciliter davantage l'imbibition, et les veines étant la route principale par laquelle les substances absorbées se répandent au loin dans l'économie, l'influence du nombre plus ou moins grand de ces vaisseaux et de leur grosseur est trop évidente pour nécessiter aucun commentaire.

Dans la plupart des cas, ces deux lois suffisent déjà pour nous fournir l'explication des différences énormes que l'on remarque dans la rapidité avec laquelle l'absorption s'effectue dans diverses parties du corps; elles pourraient même nous faire prévoir ces différences, d'après la seule considération de la disposition anatomique de nos organes.

Ainsi, les poumons, dont nous ferons connaître plus tard la structure et les fonctions, sont, de toutes les parties de l'économie, celle dont la structure est la plus spongieuse, et dont le système vasculaire est le plus développé. Il s'ensuit que l'absorption doit être plus rapide dans ces organes que partout ailleurs, et c'est effectivement le résultat auquel on est arrivé par l'expérience.

La substance molle et blanchâtre que l'on trouve entre tous les organes, et que l'on nomme le *tissu cellulaire*, est aussi très-perméable aux liquides, mais on y trouve bien moins de vaisseaux sanguins que dans le tissu du poumon: aussi l'absorption s'y fait-elle avec moins de vitesse que dans ces organes, sans laisser cependant que d'être encore très-rapide.

La peau présente, au contraire, une texture très-dense, et sa surface est recouverte d'une espèce de vernis peu perméable formé par l'épiderme; en général, les vaisseaux sanguins y sont également petits et peu nombreux; et, comme on pouvait s'y attendre d'après

cette disposition anatomique, l'absorption ne s'y fait que très-difficilement. Le peu de perméabilité de l'épiderme nous explique aussi pourquoi on peut manier sans danger la plupart des poisons les plus violents, pourvu toutefois que la peau des mains soit intacte, car alors l'absorption est à peu près nulle; tandis que les accidents les plus graves peuvent être le résultat du contact de ces mêmes substances sur un point où la peau est entamée par une coupure, ou seulement dépouillée de son épiderme.

Une autre circonstance qui exerce aussi une influence très-considérable sur la rapidité de l'absorption, est l'état de *pléthore* (1) plus ou moins grand de l'animal.

La quantité de liquide qui peut être contenu dans le corps d'un animal vivant a des limites, de même que le degré de dessiccation compatible avec la vie. Or, *plus le corps approche de son point de saturation, plus les liquides éprouvent de difficulté pour pénétrer dans son intérieur.*

Ainsi, que l'on administre à deux chiens des doses égales d'un poison, dont les effets ne se manifestent qu'après son absorption, et que, préalablement à cette opération, on diminue la masse des humeurs chez l'un de ces animaux au moyen d'une saignée copieuse, tandis que, chez l'autre, on augmente le volume des liquides contenus dans le corps, par l'injection d'une certaine quantité d'eau dans les veines: l'empoisonnement aura lieu chez le premier avec plus de rapidité que dans les cas ordinaires; et, chez le dernier, les symptômes qui dénotent l'absorption du poison ne se montreront qu'après un temps bien plus long.

Enfin, la nature des substances absorbées influe aussi sur la promptitude avec laquelle elles pénètrent dans l'épaisseur des tissus, et sont portées dans le torrent de la circulation. En thèse générale, on peut dire que, toutes choses égales d'ailleurs, l'absorption sera d'autant plus rapide, que les liquides sont moins denses et mouillent plus facilement les tissus; pour les solides, il faut tenir compte, en premier lieu, de leur degré de solubilité, et ensuite des propriétés physiques des dissolutions qu'ils forment.

DE LA DIGESTION.

§ 38. Une des principales voies par lesquelles s'effectue l'absorption des matières nécessaires à la nutrition des animaux est une cavité ouverte au dehors, et servant, en même temps, à la prépa-

(1) Le mot *pléthore* (πληθώρα, πλήθω, je remplis) est employé pour indiquer l'état de plénitude du système vasculaire.

ration que diverses de ces matières doivent subir pour devenir propres à être ainsi absorbées. Ce travail préalable constitue, comme nous l'avons déjà dit, le phénomène de la DIGESTION.

§ 39. **Aliments.** — On pourrait donner le nom d'*aliments* à toutes les substances qui, introduites dans le corps d'un être vivant, servent à son accroissement, ou à réparer les pertes qu'il éprouve continuellement; mais, en général, on restreint davantage le sens de ce mot, et on ne l'applique qu'aux matières qui ne sont absorbées et ne servent à la nutrition qu'après avoir été digérées. Pour plus de clarté, nous ne l'emploierons que sous cette dernière acception.

Les aliments ne sont pas moins nécessaires à l'entretien de la vie que l'air que nous respirons, ou que l'eau que notre corps absorbe continuellement, soit à l'état liquide et sous la forme de boisson, soit à l'état de vapeur. Lorsque les animaux en sont privés, on voit leur corps diminuer de volume, leurs forces s'affaiblir, et la mort survenir toujours après des souffrances plus ou moins prolongées.

Le besoin d'aliments se fait d'abord connaître par une sensation particulière, qui a son siége dans l'estomac : la *faim*. Il est augmenté par l'exercice, par l'influence stimulante d'un froid modéré, et par l'action que certaines substances amères, telles que le cachou, exercent sur l'estomac. Au contraire, tout ce qui tend à ralentir le mouvement vital, l'immobilité, le sommeil, etc., tend aussi à rendre ce besoin moins impérieux. Les animaux qui s'engourdissent pendant l'hiver ne prennent aucun aliment pendant tout le temps que dure leur léthargie; et les animaux à sang froid, tels que les poissons et les grenouilles, peuvent supporter une abstinence très-longue, lorsque l'exercice de leurs diverses fonctions est ralenti par l'influence d'une température très-basse. Mais les animaux dont le mouvement nutritif est très-rapide, tels que l'homme et la plupart des mammifères, périssent en général très-promptement par le défaut d'aliments, et les jeunes animaux, dont la nutrition est bien plus active que celle des adultes (puisque le volume de leur corps augmente continuellement, au lieu de rester stationnaire), meurent aussi de faim plus tôt que ceux-ci. Ce que le Dante a décrit, avec des couleurs si vives, dans le célèbre épisode du comte Ugolin, est donc bien réellement ce qui arriverait, si un homme déjà parvenu au terme de sa croissance, et des enfants en bas âge, se trouvaient privés en même temps de toute espèce de nourriture.

Les aliments sont tous fournis par le règne organique, et c'est toujours aux dépens de substances qui ont elles-mêmes fait partie d'un être vivant, que la vie est entretenue chez l'homme et chez tous les autres animaux.

Du reste, toutes les substances alimentaires ne possèdent pas au même degré la propriété nutritive, et des expériences très-curieuses ont fait voir que, pour la plupart des animaux au moins, le concours d'un certain nombre de matières différentes était indispensable pour subvenir aux besoins de la vie. Ainsi, des lapins, nourris avec une seule substance, tel que du froment, des choux, de l'avoine ou des carottes, meurent, dans l'espace d'environ quinze jours, avec toute l'apparence de l'inanition ; tandis que, nourris avec ces mêmes substances, données concurremment ou successivement à de petits intervalles, ces animaux vivent et se portent bien.

La diversité et la multiplicité des aliments sont donc une règle importante d'hygiène ; et en cela, les préceptes de la science sont parfaitement d'accord avec notre instinct et avec les variations que les saisons apportent dans les substances alimentaires qui nous sont offertes par la nature.

On a constaté aussi que les substances, telles que le sucre, la gomme, l'huile et la graisse, dans la composition desquelles il n'entre pas d'azote, ne peuvent suffire pour la nourriture des animaux, même lorsqu'on les varie le plus. L'usage d'une certaine quantité d'*aliments azotés*, tels que la chair musculaire, le gluten, qui se trouve dans le blé de froment, l'albumine, etc., paraît être indispensable à l'entretien de la vie de tous ces êtres. Du reste, ces diverses substances qui peuvent servir d'aliments varient suivant la nature des animaux, et ces différences, comme nous le verrons par la suite, sont toujours en rapport avec d'autres différences dans l'organisation.

§ 40. **Appareil digestif.** — La digestion a pour objet : 1° de séparer la partie nutritive des aliments d'avec les parties qui ne possèdent pas cette qualité et qui doivent être rejetées sous la forme de *fèces* ; 2° de transformer la partie nutritive de ces substances en un liquide particulier, propre à se mêler au sang pour nourrir le corps, et désigné par les physiologistes sous le nom de *chyle*.

Cette élaboration des matières nutritives s'effectue principalement par l'action de certaines humeurs sur les aliments, et elle a toujours lieu dans une cavité plus ou moins vaste qui renferme ces humeurs, et qui communique aussi au dehors, afin de recevoir dans son intérieur les substances destinées à être digérées, et de pouvoir rejeter ensuite les *fèces* ou résidu laissé par le travail digestif. Cette espèce de laboratoire physiologique est désigné sous le nom de *cavité digestive* et se reconnaît facilement chez presque tous les animaux, tandis que chez les plantes qui n'ont jamais besoin de préparer les matières nutritives avant de les absorber, on ne voit rien de semblable.

§ 41. Chez quelques animaux, la cavité digestive n'est qu'une simple poche communiquant au dehors par une seule ouverture destinée en même temps à l'entrée des aliments et à l'expulsion des matières fécales (*fig.* 2, *a*). La plupart des polypes, les astéries, ou étoiles de mer, et beaucoup d'autres animaux d'une structure peu compliquée, offrent ce mode d'organisation. Mais chez la plupart des animaux, cette cavité communique au dehors par deux orifices distincts dont les usages ne sont pas les mêmes : car l'une de ces ouvertures, nommée *bouche*, sert alors exclusivement à l'entrée des aliments, et l'autre, appelée *anus*, est spécialement destinée à livrer passage au résidu fécal.



Fig. 2. *Hydre ou Polype d'eau douce.*

La cavité alimentaire affecte alors la forme d'un tube ouvert à ses deux bouts, et ordinairement élargi vers le milieu, afin que les matières nutritives puissent mieux s'y accumuler et y séjourner pendant le temps nécessaire à leur digestion (*fig.* 3). L'espèce de chambre formée par l'élargissement du tube alimentaire, et destinée à être le siége des phénomènes les plus essentiels de la digestion, est nommée *estomac*. Tantôt il existe une seule de ces grandes cavités digestives, tantôt deux ou plusieurs, et cette dernière disposition se remarque surtout chez les animaux herbivores, tandis que chez les animaux destinés à vivre de chair l'estomac est le plus ordinairement simple; et la raison de cette différence est facile à comprendre, car la viande, se digérant plus vite et plus facilement que l'herbe, n'a pas besoin de séjourner aussi longtemps dans les organes de la digestion.

§ 42. La cavité digestive tout entière est tapissée par une *membrane* dite *muqueuse* qui, par sa structure, offre beaucoup d'analogie avec la peau dont elle est la continuation, mais qui en diffère par sa texture plus molle, par l'absence presque complète d'épiderme, par une plus grande abondance de petits vaisseaux sanguins et de pores sécréteurs. Autour de cette membrane muqueuse se trouve une tunique charnue formée par des *fibres musculaires* plus ou moins abondantes, et servant, par leurs contractions, soit à pousser les substances alimentaires de la bouche jusqu'à l'anus, soit à les

arrêter dans leur marche et à les faire séjourner, pendant un certain temps, dans telle ou telle partie de l'appareil digestif. Enfin, dans une

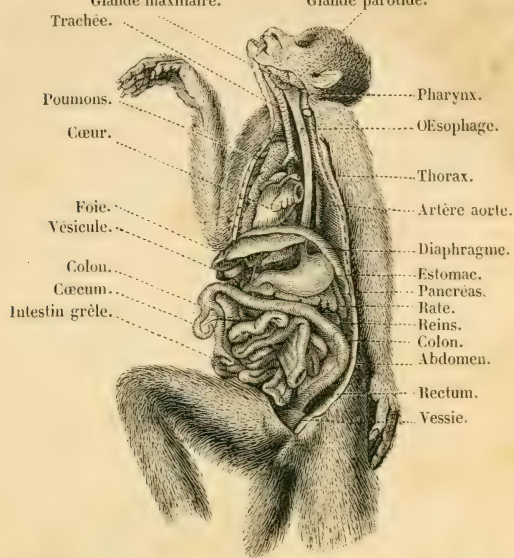


Fig. 3. Appareil digestif d'un Singe.

grande partie de son étendue, le tube alimentaire de la plupart des animaux est encore enveloppé d'une *membrane séreuse*, mince et transparente, appelée *péritoine*, qui sert en même temps à le fixer et à faciliter ses mouvements.

§ 43. La digestion des aliments s'effectue principalement, avons-nous dit, par l'action de diverses humeurs dont ces substances s'imbibent pendant leur séjour dans la cavité alimentaire. La production de ces sucs digestifs est le résultat d'un travail de sécrétion, ayant son siége dans des organes particuliers, appelés d'une manière générale des *glandes*; aussi l'APPAREIL DE LA DIGESTION ne se compose-t-il pas seulement du tube alimentaire, mais aussi de divers organes glandulaires situés à l'entour, et destinés à verser dans sa cavité des liquides particuliers. Le nombre de ces organes sécréteurs varie chez les différents animaux, mais en général ils sont assez nombreux. Les plus importants sont les glandes gastriques, le foie, le pancréas et les glandes salivaires (*fig.* 3 et 21).

§ 44. Enfin, pour faciliter l'action des sucs digestifs sur les aliments, il est utile que ces matières soient divisées mécaniquement. Chez la plupart des animaux les plus inférieurs, cette division ne s'opère que d'une manière très-imparfaite par suite de la compression qu'exercent sur les matières en digestion les parois minces et faibles du tube alimentaire. Quelquefois l'estomac lui-même acquiert assez de force pour pouvoir broyer les corps introduits dans sa cavité ; c'est ce qui se voit chez les crabes, les oiseaux granivores, etc.; mais en général la division mécanique des aliments est confiée par la nature à des instruments particuliers placés vers l'entrée du tube digestif, et disposés de façon à pouvoir couper ou broyer ces matières ; ces instruments sont les dents, et on donne le nom d'*organes masticateurs* à ces dents et aux parties qui servent à les mettre en mouvement.

§ 45. D'après ce que nous venons de dire on peut voir que si l'appareil digestif est d'une grande simplicité chez quelques animaux inférieurs, tels que les polypes, il offre, au contraire, chez les animaux supérieurs une complication extrême. Chez ces derniers, le tube alimentaire s'étend d'une extrémité du corps à l'autre, mais la plus grande partie de l'apparcil digestif est logée dans une vaste cavité qui occupe toute la portion postérieure ou inférieure du tronc et qui est désignée sous le nom d'*abdomen* ou ventre (*fig.* 3). Chez l'homme et les autres mammifères, cette cavité est séparée du thorax (ou poitrine) par une cloison charnue, formée par le *muscle diaphragme*, et elle est terminée inférieurement par le *bassin*, espèce de large ceinture osseuse (fig. 77) dont le milieu est occupé par une sorte de plancher charnu. En arrière, elle est bornée par l'épine du dos, et en avant, comme sur les côtés, ses parois sont formées par de larges muscles, qui s'étendent du thorax au bassin dont nous venons de parler. La surface interne de cette cavité est tapissée par le *péritoine*, et cette membrane forme en outre divers replis entre les feuillets desquels sont renfermés les principaux viscères. Ces replis, appelés *mésentères*, naissent tous de la partie postérieure de l'abdomen, et quelques-uns d'entre eux se prolongent beaucoup au delà de l'organe qu'ils doivent recouvrir, et forment ainsi des espèces de voiles ou de tabliers, nommés *épiploons*.

Le tube alimentaire ainsi logé prend, dans ses diverses portions, des noms différents. Sa partie antérieure élargie, et remplissant les usages d'une sorte de vestibule, est appelée *bouche*. La cavité qui y fait suite se nomme *arrière-bouche* ou *pharynx* (voyez *fig.* 3) ; la troisième partie du canal digestif constitue l'*œsophage* ; la quatrième, l'*estomac* ; la cinquième, l'*intestin*

grêle; et la sixième, le *gros intestin*, qui se termine à l'*anus*.

§ 46. **Actes du travail digestif.** — Les phénomènes qui ont lieu dans ces diverses parties de l'appareil digestif constituent une série d'actes plus ou moins distincts, et doivent être classés dans l'ordre suivant : 1° la préhension des aliments ; 2° la mastication ; 3° l'insalivation ; 4° la déglutition ; 5° la chymification ou digestion stomacale ; 6° la chylification ou digestion intestinale ; 7° la défécation ; 8° l'absorption du chyle.

Nous allons maintenant étudier successivement ces divers actes du travail digestif et les organes qui les produisent chez l'homme et les animaux les plus rapprochés de nous.

Préhension des aliments.

§ 47. L'introduction des aliments dans le canal digestif s'effectue de diverses manières, et le mécanisme en est varié suivant que ces substances sont solides ou liquides ; néanmoins, chez l'homme, elle se fait toujours, soit à l'aide des mouvements de la bouche, soit au moyen des membres supérieurs.



Fig 4. Ouistiti à pinceau.

Pour les anatomistes, la *bouche* ne consiste pas seulement dans l'ouverture qui sépare les deux lèvres, mais dans la cavité ovalaire formée en haut par la mâchoire supérieure et le palais, en bas par la langue et la mâchoire inférieure, latéralement par les joues, en arrière par le voile du palais, et en avant par les lèvres. L'ouverture par laquelle elle communique au dehors peut à volonté s'élargir et se fermer, soit par le mouvement des lèvres, soit par l'écartement ou le rapprochement des mâchoires. Il est donc facile de comprendre comment elle peut servir à la préhension des aliments. Les lèvres et les mâchoires agissent comme le feraient des pinces, et saisissent les corps qui doivent être introduits dans la bouche.

Chez la plupart des animaux, ce sont ces mêmes organes qui vont au-devant des aliments, pour s'en saisir; mais chez l'homme, les singes (*fig.* 4) et quelques autres animaux, la division du travail est en général portée plus loin; car ce sont les membres antérieurs qui remplissent ces fonctions. La main place les aliments dans la bouche, et les lèvres et les mâchoires ne se rapprochent que pour les y retenir.

Certains animaux dont les mouvements sont lents ou dont l'ouverture bucale est très-petite, s'emparent de leur proie à l'aide d'une langue très-longue et très-protractile. Enfin, chez d'autres, la préhension de ces matières est facilitée par l'action d'un prolongement du nez, tel que la trompe de l'éléphant (*fig.* 5), ou par les mouvements d'espèces de barbillons qui entourent la bouche et qui, chez les insectes, sont désignés sous le nom de *palpes* (*fig.* 6 et 7, *a*), tandis qu'on les appelle des *tentacules* chez les mollusques (*fig.* 8, *a*), les polypes (*fig.* 2), etc.

Fig. 5. *Tête d'Éléphant.*

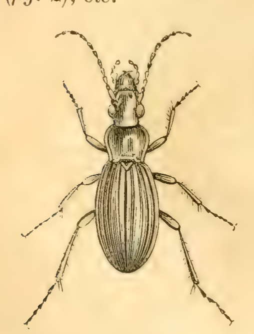


Fig. 6. *Carabe.*

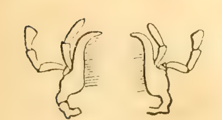


Fig. 7. *Mâchoires du même insecte.*

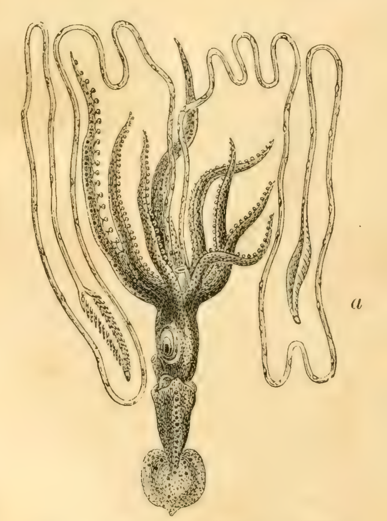


Fig. 8. *Mollusque du genre Calmaret.*

§ 48. La préhension des boissons se fait de deux manières : tantôt le liquide est versé dans la bouche et y tombe par l'effet de sa propre pesanteur ; d'autres fois il est pompé par cette cavité, soit par la dilatation du thorax, qui l'aspire en même temps qu'il détermine l'entrée de l'air dans les poumons, soit par les mouvements de la langue, qui, en se retirant en arrière, agit à la manière d'un piston. Ce dernier phénomène constitue l'action de sucer ou de teter.

Quelques animaux inférieurs sont destinés à se nourrir uniquement de liquides qu'ils trouvent dans les plantes, ou qu'ils puisent dans le corps d'autres animaux, sur lesquels ils vivent en parasites. Beaucoup d'insectes sont dans ce cas, et on remarque que leur bouche, au lieu d'offrir la structure ordinaire, constitue une espèce de tube ou de suçoir très-allongé, à l'aide duquel ils aspirent comme avec une pipette les sucs dont ils ont besoin (*fig.* 9). Lorsque nous traiterons de l'organisation des insectes, nous exposerons plus en détail ce mode de structure.



Fig. 9. *Bombyle peint.*

Les boissons ne séjournent pas dans la bouche et descendent de suite dans l'estomac ; mais les aliments solides y restent pendant un certain temps, et y sont soumis à la *mastication* et à l'*insalivation.*

Mastication.

§ 49. La *mastication* ou la division mécanique des aliments est opérée, comme nous l'avons déjà dit, par les *dents.*

Dents. — Ces organes sont des corps d'une dureté extrême, qui ressemblent beaucoup à des os, et qui sont fixés solidement au bord de chaque mâchoire, de façon à agir les uns contre les autres. La manière dont ils se forment mérite

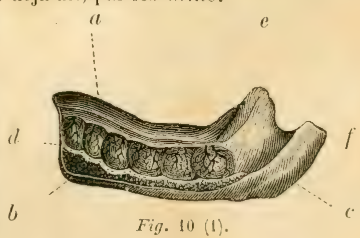


Fig. 10 (1).

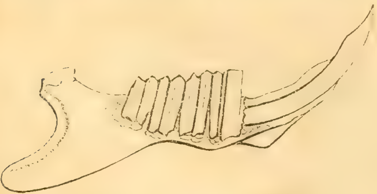
(1) Cette figure représente la mâchoire inférieure d'un très-jeune enfant ; la majeure partie de la surface extérieure de l'os a été enlevée pour mettre à nu les capsules des

de fixer notre attention ; chez l'homme, que nous choisirons ici comme exemple, chaque dent se développe dans l'intérieur d'un petit sac membraneux logé dans l'épaisseur de l'os de la mâchoire (*b*) ; ce sac, que l'on nomme la *capsule dentaire*, se compose de deux membranes vasculaires et renferme dans son intérieur un petit noyau pulpeux semblable à un bourgeon dans lequel viennent se ramifier des filets nerveux et un grand nombre de vaisseaux (*fig.* 11). Ce noyau, appelé le *bulbe* ou *germe* de la dent, sert à former celle-ci qui grandit peu à peu, et qui, en s'allongeant, remonte vers le bord de la mâchoire, qu'elle perce bientôt pour se montrer au dehors ; cette portion saillante et dénudée constitue ce que l'on nomme la *couronne* de la dent, et sa *racine*, ou portion basilaire, reste engagée dans la mâchoire, comme un clou qui serait enfoncé dans du bois.



Fig. 11 (1).

La cavité osseuse qui loge ainsi la dent est appelée *alvéole*, et on désigne sous le nom de *collet de la dent* le point de réunion de la couronne avec la racine. Lorsque le bulbe dentaire est fixé au fond de sa capsule par un ou plusieurs pédicules, il arrive un moment où la matière pierreuse qui se dépose à sa surface l'entoure de toutes parts et comprime ses vaisseaux nourriciers, de façon à en déterminer l'oblitération ; la dent cesse alors de croître, le bulbe se flétrit, et une cavité centrale indique seule la place de cet organe ; mais lorsque le bulbe ne présente pas cette disposition et que la dent ne se forme qu'à sa surface supérieure, ce bulbe ne cesse pas de fonctionner, la croissance de la dent ne s'arrête pas, et on ne trouve pas dans son intérieur de cavité centrale; les grandes dents qui occupent le devant de la bouche des lapins (*fig.* 12) nous offrent


Fig. 12. *Mâchoire et dents d'un Lapin.*

dents renfermées dans son interieur : — *a* gencive ; — *b* bord inférieur de la mâchoire ; — *c* angle de la mâchoire ; — *d* capsules dentaires ; — *e* apophyse coronoïde ; — *f* condyle de la mâchoire.

(1) Coupe d'une capsule dentaire grossie pour montrer la disposition du germe et la manière dont la matière pierreuse se dépose à sa surface : — *a* capsule ; — *b* bulbe ou germe ; — *c* vaisseaux sanguins et nerfs qui pénètrent dans le bulbe ; — *d d* premiers rudiments de l'ivoire de la dent.

un exemple de cette disposition, et si leur longueur n'augmente pas sans cesse, c'est parce qu'elles s'usent par leur extrémité libre à mesure qu'elles croissent par leur base.

§ 50. On distingue aussi dans chaque dent des parties qui diffèrent entre elles par leur structure. La substance qui en forme presque toute la masse et qui en occupe l'intérieur se nomme *ivoire*; celle qui d'ordinaire en revêt l'extérieur et qui constitue, à la surface de la couronne, une sorte de vernis ou de couverte pierreuse, se nomme *émail*; enfin vers l'extrémité de la racine de la plupart des dents et quelquefois même autour de la couronne (chez les bœufs, par exemple), on rencontre une troisième substance qui recouvre l'émail, et qui, à raison de la place qu'elle occupe, a reçu le nom de *substance corticale*.

L'ivoire des dents se compose d'une matière animale analogue à la gélatine, de phosphate de chaux (dans la proportion d'environ 64 pour 100 chez l'homme adulte), de carbonate de chaux (à peu près 5 centièmes), et d'une quantité très-petite de phosphate de magnésie. L'émail dont la couleur est un peu différente de celle de l'ivoire et dont la dureté est si grande qu'il fait feu au briquet à la manière d'un caillou, offre à peine quelques traces de matières organisées, et le phosphate de chaux entre dans sa composition pour près des neuf dixièmes. Quant à la substance corticale, elle existe à peine chez l'homme, mais chez le bœuf, où elle est très-développée, elle a fourni par l'analyse chimique environ 42 pour 100 de matière organique, 50 pour 100 de phosphate de chaux et 4 pour 100 de carbonate de la même base.

Examiné au microscope, l'ivoire des dents de l'homme et de la plupart des autres mammifères laisse apercevoir dans sa substance une multitude de tubes flexueux et rameux d'une ténuité extrême, qui vont déboucher dans la cavité centrale, et qui renferment dans leur intérieur des matières granuleuses de nature calcaire; elles se dirigent vers la surface de la dent, et leurs divisions se terminent fréquemment par de petites cavités ou cellules renfermant aussi un dépôt calcaire, et ayant beaucoup de ressemblance avec les cellules qu'on rencontre dans le tissu osseux. L'émail, soumis également à l'investigation microscopique, paraît formé d'une multitude de fibres ou plutôt de prismes hexagonaux, d'un aspect cristallin, serrés les uns contre les autres et dirigés à peu près perpendiculairement à la surface de la dent. Enfin la substance corticale est caractérisée par la présence d'un grand nombre de cellules osseuses et de tubes calcigères irréguliers.

§ 51. Quelquefois les dents, au lieu d'être logées dans des al-

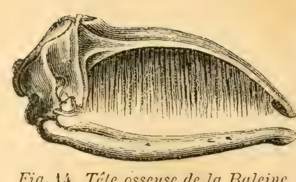


Fig. 14. *Tête osseuse de la Baleine garnie de ses fanons.*

Fig. 13. *Fanon.*

véoles, se soudent par leur base à la mâchoire qui les porte et font corps avec elle ; c'est le cas chez plusieurs poissons, et d'autres fois ces organes, au lieu de ressembler à des os, n'offrent que la consistance de la corne. Enfin chez la baleine (*fig.* 14), les dents paraissent être remplacées par les grandes lames flexibles connues sous le nom de *fanons* (*fig.* 13), et chez d'autres animaux, même dans la classe des mammifères, elles manquent complétement : chez le fourmilier, par exemple (*fig.* 22).

§ 52. Chez les animaux qui avalent leurs aliments sans les mâcher (les crocodiles et les autres reptiles par exemple), les dents ne servent qu'à saisir ces matières, et alors tous ces organes sont à peu près semblables entre eux et ont, en général, la forme de crochets ou de petits cônes ; mais chez les animaux qui mâchent leurs aliments, la bouche est armée de dents dont les formes varient, et dont les usages diffèrent.

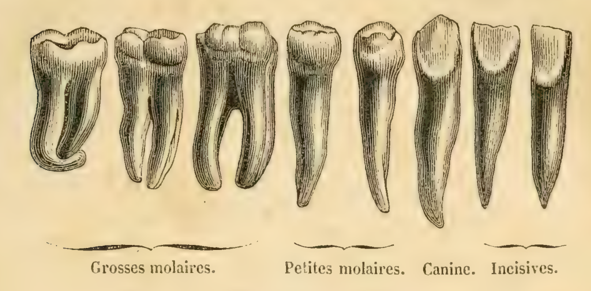


Fig. 15. *Tête d'un Crocodile gariale.*

Ainsi, chez l'homme et la plupart des autres mammifères, il existe trois espèces de dents : les unes se terminent par une lame mince et tranchante ; aussi servent-elles à couper les substances introduites entre les mâchoires, et ont-elles reçu le nom de *dents incisives* (*fig.* 16). D'autres sont coniques, et chez beaucoup d'animaux s'avancent bien au delà des dents voisines ; elles ne peuvent pas servir à couper les aliments comme les dents incisives, mais à s'y implanter et à les déchirer. On les appelle *dents canines*. Enfin, d'autres se terminent par une surface large et inégale et présentent les conditions les plus favorables pour écraser et broyer les aliments : ce sont les *dents molaires* ou *mâchelières*.

La manière dont ces différentes dents sont implantées dans les mâchoires varie aussi bien que la forme de leur couronne, et ici encore il est facile de s'apercevoir combien leur disposition est en accord avec leurs usages. Les dents incisives, dont le jeu doit tendre à les enfoncer dans leurs alvéoles plutôt que de les en arracher, n'ont qu'une seule racine assez courte. Les dents canines se prolongent dans l'intérieur des mâchoires bien plus profondément que les in-

cisives, et les dents molaires, qui doivent supporter les plus grands efforts, présentent deux ou trois racines divergentes qui augmentent la solidité de leur insertion, et les empêchent de s'enfoncer trop loin dans leur alvéole lorsqu'elles viennent à être pressées de la sorte.



Grosses molaires. Petites molaires. Canine. Incisives.

Fig. 16. Dents de l'Homme.

§ 53. La disposition de l'appareil dentaire varie chez les différents mammifères suivant le genre d'aliments dont ceux-ci sont destinés à se nourrir, et cette harmonie de la nature est toujours si évidente que, par la seule inspection de leur appareil masticateur, on peut arriver à connaître le régime, les mœurs et même la structure générale de la plupart de ces animaux. Effectivement, chez ceux qui se nourrissent de chair, les molaires (*fig.* 17) sont comprimées et tranchantes, de façon à agir les unes contre les autres, comme le font les lames d'une paire de ciseaux; chez ceux qui vivent d'insectes, ces dents (*fig.* 18) sont hérissées de pointes coniques qui se correspondent de manière que les unes s'emboîtent dans les intervalles



Fig 17. Dents d'un carnassier.



Fig. 18. Dents d'un insectivore.

que les autres laissent entre elles. Lorsque la nourriture de ces animaux consiste principalement en fruits mous, ces dents (*fig.* 20) sont simplement garnies de tubercules arrondis; et lorsqu'elles sont destinées à broyer des substances végétales plus ou moins dures, elles sont terminées par une large surface aplatie et rude comme celle d'une meule (*fig.* 19). De toutes les dents, les molaires sont gé-

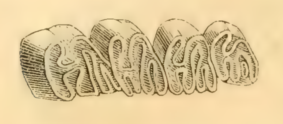


Fig. 19. *Dents d'un herbivore.*



Fig. 20. *Dents d'un frugivore.*

néralement les plus utiles; aussi leur existence est-elle plus constante que celle des incisives ou des canines: celles-ci sont nécessaires pour saisir et dévorer une proie vivante, et ne manquent, par conséquent, chez aucun carnassier; mais elles sont moins utiles aux herbivores, et les unes ou les autres manquent chez plusieurs des mammifères qui ont un régime végétal. Quelquefois aussi elles ne servent plus à la mastication, mais prennent un grand développement et constituent des défenses plus ou moins puissantes (*fig.* 21).

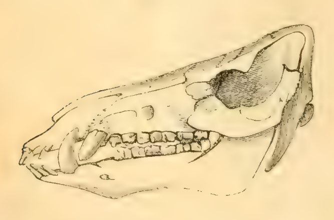


Fig. 21. *Tête de Sanglier.*



Fig. 22. *Tête de Fourmilier.*

§ 54. A l'époque de la naissance, le développement des dents de l'homme est peu avancé; il est bien rare qu'aucun de ces corps ait encore percé la gencive, et ce n'est communément que de l'âge de six mois à un an que leur évolution commence. Les dents qui se forment alors sont destinées à tomber au bout d'un petit nombre d'années, et à faire place à d'autres. On les appelle *dents de lait*, ou de la *première dentition*, et on en compte vingt, savoir : à chaque mâchoire, quatre incisives, qui occupent le devant de la bouche; deux canines, situées une de chaque côté, immédiatement après les

incisives ; et quatre molaires, placées vers le fond de la bouche, deux de chaque côté.

Vers l'âge de sept ans, ces dents commencent à tomber et à être remplacées par une autre série de dents, qui se sont formées dans des capsules situées plus profondément que celles dont les premières sont sorties ; aussi leurs racines sont-elles bien plus longues, et leur insertion plus solide.

Les dents de la *seconde dentition* sont également plus nombreuses que celles de la première ; la série complète se compose de trente-deux de ces corps, savoir : pour chaque mâchoire, quatre incisives, deux canines et dix molaires, dont les deux premières de chaque côté n'ont que deux racines, et sont appelées *petites molaires* ou *fausses molaires* ; tandis que les trois situées plus en arrière sont pourvues de trois racines, et appelées *grosses molaires* (*fig.* 16).

Dans la vieillesse extrême, ces dents tombent comme les dents de lait tombent dans l'enfance ; mais elles ne sont pas remplacées, et les alvéoles s'oblitèrent.

§ 55. **Mécanisme de la mastication.** — Les dents, dont nous venons d'étudier le développement et la structure, sont les instruments passifs de la mastication. Elles sont mises en mouvement par les mâchoires, dans lesquelles elles sont implantées. La mâchoire supérieure ne peut se mouvoir sur le reste de la tête, mais l'inférieure, dont la forme ressemble un peu à celle d'un fer à cheval, ne s'articule avec le crâne que par l'extrémité de ses deux branches, et peut s'écarter ou se rapprocher de la mâchoire supérieure. Un grand nombre de muscles fixés à cet os par une de leurs extrémités, et aux parties voisines de la tête par leur extrémité opposée, déterminent ces mouvements en se contractant, et les aliments, continuellement ramenés entre les dents par les mouvements de la langue ou des joues, et pressés ainsi entre deux surfaces dures, ne tardent pas à être divisés en portions plus ou moins petites, et comme broyés.

§ 56. L'importance de cette opération est très-grande ; car plus la mastication est complète, plus la digestion est facile : ce qui, du reste, est bien aisé à comprendre, car cette division multiplie les surfaces par lesquelles les sucs de l'estomac peuvent attaquer les matières alimentaires. Nous avons déjà vu que chez divers animaux destinés à se nourrir de substances dures, il n'existe cependant pas de dents ; mais alors la nature supplée souvent à ce défaut, en donnant à ces êtres d'autres instruments de trituration. C'est ainsi que chez les oiseaux granivores, par exemple, l'un des estomacs (le gésier) est doué d'une force musculaire suffisante pour écraser tous les aliments introduits dans sa cavité.

Insalivation.

§ 57. Pendant que les aliments subissent dans la bouche de l'homme et de la plupart des autres mammifères cette division mécanique, ils s'imbibent de salive, et quelquefois même se dissolvent dans ce liquide.

§ 58. La *salive* se forme dans des glandes situées à l'entour de la bouche, et composées de petites granulations agglomérées entre elles. Chez l'homme il en existe trois paires placées symétriquement de chaque côté de la tête : savoir, les *glandes parotides*, situées au-devant de l'oreille et derrière la mâchoire inférieure, les *glandes sous-maxillaires*, logées sous l'angle de la mâchoire (*fig.* 23), et les *glandes sublinguales*, placées au-dessous de la langue, dans l'espace que les deux côtés de la mâchoire laissent entre eux. Ces glandes communiquent chacune avec la bouche par un conduit excréteur particulier, et y versent la salive en quantités variables.

Ce liquide est composé, en grande partie, d'eau (environ 993 parties sur 1000), mais il contient aussi un peu de matière animale, et divers sels, tels que du sel marin (ou chlorure de sodium) et du tartrate de soude. On y trouve aussi une petite quantité de soude libre qui le rend alcalin.

Le mélange de la salive avec les aliments est une circonstance qui a plus d'importance qu'on ne le croirait au premier abord. Il facilite la mastication, il aide puissamment à la déglutition, et, comme nous le verrons par la suite, il paraît jouer aussi un grand rôle dans la digestion de quelques-unes de ces substances.

Déglutition.

§ 59. Chez les mammifères la cavité buccale est garnie en arrière d'une espèce de rideau mobile nommé *voile du palais* (*fig.* 23), qui demeure baissé pendant toute la durée de la mastication, afin d'empêcher les aliments de passer outre; cette cloison mobile, qui n'existe pas chez les oiseaux et les autres animaux qui ne mâchent pas leurs aliments avant de les avaler, est suspendue transversalement au bord postérieur du palais et peut s'appliquer contre la base de la langue ou s'élever de façon à laisser un libre passage entre la bouche et le reste du tube digestif. Lorsque la mastication est terminée et que les aliments, rassemblés sur le dos de la langue en une petite masse appelée *bol alimentaire*, viennent à presser contre cette cloison charnue, elle s'élève en effet, et la *déglutition* s'opère.

On donne ce nom au *passage des aliments de la bouche jusque dans l'estomac à travers le pharynx et l'œsophage.*

§ 60. Le *pharynx* ou *arrière-bouche* (*fig.* 23) est une cavité qui fait suite à la bouche, et qui est placée à la partie supérieure du cou. Les arrière-narines en occupent le sommet, et en haut et en avant il n'est séparé de la bouche que par le voile du palais. En bas et en avant il communique avec le larynx et la trachée-artère, conduits par lesquels l'air se rend aux poumons; enfin, en bas et en arrière il se continue avec l'*œsophage*, tube étroit qui descend le long du cou, traverse le thorax en passant entre les deux poumons derrière le cœur, et au-devant de la colonne vertébrale, traverse le muscle diaphragme, et se termine enfin à l'estomac (*fig.* 3 et 24).

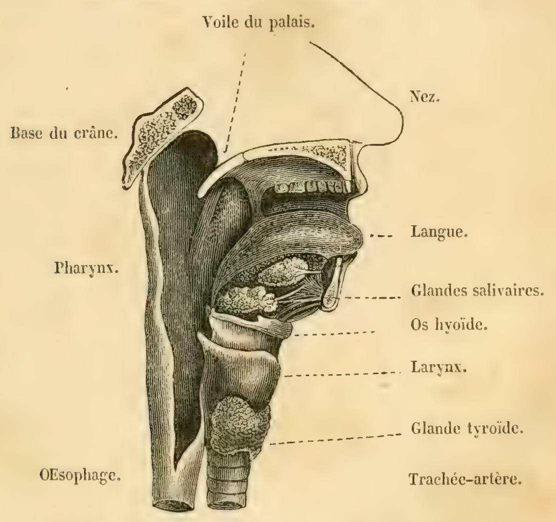


Fig. 23. *Coupe verticale de la bouche et du gosier.*

§ 61. Le bol alimentaire, en traversant le pharynx, doit passer devant les arrière-narines et l'ouverture du larynx (nommée *glotte*) sans y pénétrer, et doit descendre directement dans l'œsophage. C'est principalement le voile du palais, qui en s'élevant de façon à devenir presque horizontal et à s'appliquer contre la paroi postérieure de l'arrière-bouche, empêche les aliments de remonter dans les fosses nasales et qui le dirige vers l'œsophage. Pour qu'ils ne pénètrent pas dans la glotte, cette ouverture se resserre au moment de la déglutition; en même temps le larynx tout entier s'élève sous

la base de la langue comme sous un abri, et, en exécutant ce mouvement, fait abaisser une soupape nommée *épiglotte* qui, ainsi que son nom l'indique, est située au-dessus de la glotte, et qui la recouvre alors comme le ferait un écran. Il ne reste donc de passage libre que celui conduisant vers l'estomac, et, pendant que ces mouvements ont lieu, le bol alimentaire se trouve poussé jusque dans l'œsophage par la contraction des muscles nombreux dont le pharynx est revêtu. Ces contractions, ainsi que les mouvements du larynx, s'effectuent indépendamment de la volonté et d'une manière très-rapide, en sorte que les aliments franchissent presque instantanément ce passage qui peut être comparé à un carrefour où la route digestive croise la voie par laquelle l'air nécessaire à la respiration arrive aux poumons. Quelquefois cependant la déglutition ne se fait pas convenablement, et on avale de travers, c'est-à-dire que les aliments, au lieu d'arriver à l'œsophage, pénètrent dans la glotte.

Enfin, le bol alimentaire, parvenu dans l'œsophage, excite la contraction successive des fibres charnues qui entourent circulairement ce conduit et qui achèvent la déglutition.

Digestion stomacale ou chymification.

§ 62. C'est à l'aide du mécanisme dont l'étude vient de nous occuper que les aliments arrivent dans l'estomac, où ils doivent être digérés et se changer en chyme.

L'*estomac* (*fig.* 24) est une poche membraneuse, qui est placée en travers à la partie supérieure de l'abdomen, et qui, chez l'homme, a la forme d'une cornemuse (1). Il se rétrécit graduellement de gauche à droite et se recourbe sur lui-même, de façon que son bord supérieur est concave et très-court, tandis que son bord inférieur (appelé *grande courbure de l'estomac*) est convexe et très-long. L'ouverture par laquelle ce viscère communique avec l'œsophage est appelée *ouverture cardiaque*, parce qu'elle est située du côté du cœur, et celle qui conduit de l'estomac dans les intestins se nomme *pylore* (2). Les parois de l'estomac sont très-extensibles : lorsque sa cavité n'est pas remplie d'aliments, elles se contractent, et on voit alors à leur

(1) C'est, en effet, avec l'estomac d'animaux où cet organe ressemble beaucoup à celui de l'homme, que l'on fait le réservoir à air des cornemuses.

(2) Le mot *pylore* est dérivé du grec πυλωρὸς, portier (πύλη, porte, et οὖρος, gardien), et a été donné à l'orifice intestinal de l'estomac pour rappeler les fonctions qu'il remplit : tant que la digestion des aliments n'est pas assez avancée pour que ceux-ci doivent passer dans l'intestin, le pylore reste contracté et ne leur livre point passage ; mais, lorsque les aliments sont transformés en chyme, cette ouverture se desserre et se laisse traverser.

face interne une multitude de plis dont le nombre diminue à mesure que l'organe est plus distendu. On remarque aussi à la surface de la membrane muqueuse qui tapisse l'estomac un nombre très-considérable de petites cavités sécrétoires, appelées *follicules gastriques*, qui versent sur les aliments le liquide qu'elles forment.

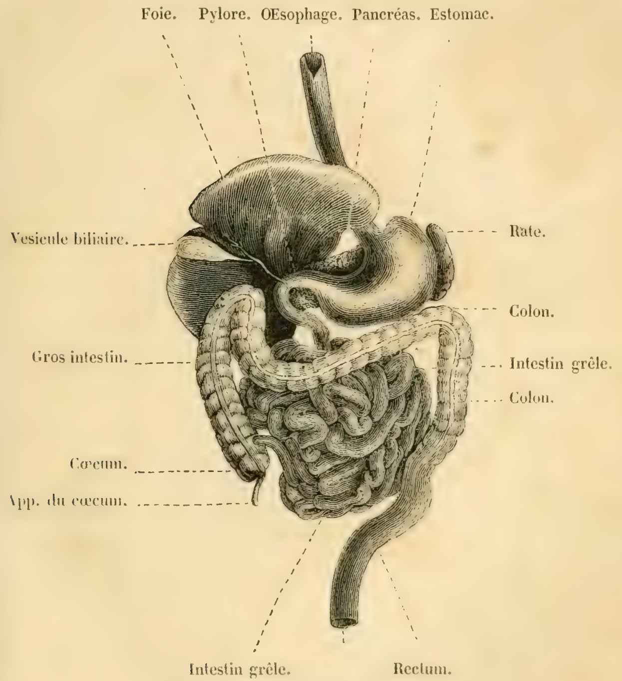


Fig. 24. Appareil digestif de l'homme.

Ce liquide que l'on nomme *suc gastrique*, est, comme nous le verrons bientôt, l'un des agents les plus importants de la digestion, car c'est son action sur les aliments qui détermine leur transformation en chyme. Lorsque l'estomac est vide, il ne se forme qu'en très-petite quantité; mais lorsque les parois de cet organe sont excitées par le contact des aliments, et surtout d'aliments solides, le suc gastrique coule en abondance, et a toujours des propriétés acides très-marquées.

§ 63. Les substances alimentaires qui s'accumulent dans l'estomac y sont assez fortement pressées par l'action des parois musculaires de l'abdomen, et tendraient à remonter dans l'œsophage, si la portion de ce conduit voisine du cardia n'était pas fermée par la contraction de ses fibres musculaires. Quelquefois cette résistance est vaincue, et les aliments remontent jusque vers la bouche, ou même sont rejetés au dehors : phénomènes qui portent les noms de *régurgitation* et de *vomissement*.

D'un autre côté, les aliments ne peuvent traverser simplement l'estomac, et pénétrer de suite dans les intestins, car l'ouverture du pylore est complétement fermée par la contraction énergique des fibres musculaires dont elle est entourée.

§ 64. Les aliments sont donc retenus dans l'estomac et s'y accumulent, principalement dans la partie cardiaque ou *grand-cul-de-sac* de cet organe. Quelques-unes des substances ainsi ingérées sont alors simplement absorbées par les parois de l'estomac, et pénètrent dans le sang sans avoir subi d'altération préalable ; l'eau, l'alcool faible et quelques autres liquides sont dans ce cas. D'autres substances pénètrent dans l'intestin, et sont même expulsées au dehors avec les excréments sans avoir été altérées ; mais en général les aliments y sont digérés, et transformés ainsi en une masse pulpeuse, semi-liquide, appelée *chyme*.

On remarque d'abord que les fragments placés vers la surface de la masse alimentaire, et près des parois de l'estomac, s'imbibent de suc gastrique, deviennent acides comme ce liquide, et se ramollissent peu à peu de la superficie vers le centre. Toute la masse des aliments finit par subir la même altération et, par suite de ce ramollissement, ces substances se transforment en une matière molle, pultacée, en général grisâtre, et d'une odeur fade et particulière, qui est du *chyme* mêlé à des débris d'aliments.

§ 65. **Nature du travail digestif.** — On a fait un grand nombre d'expériences, dans la vue de nous éclairer sur ce qui se passe pendant la digestion des aliments dans l'estomac. Les plus remarquables sont celles de Spallanzani, physiologiste célèbre de Modène. A l'époque où il entreprit ses recherches, on croyait que ce phénomène n'était autre chose qu'une espèce de trituration, et que le chyme n'était que des aliments broyés de façon à les réduire en pulpe ; mais Spallanzani montra qu'il en était autrement. Il fit avaler à des oiseaux des aliments renfermés dans des tubes et dans des espèces de petites boîtes métalliques, dont les parois étaient criblées de trous, de façon à préserver ces substances de tout frottement, mais à ne point les soustraire à l'action des liquides contenues dans l'estomac, et il

trouva que la digestion s'en faisait comme dans les circonstances ordinaires. Il en conclut avec raison, que le suc gastrique devait être la cause principale de la chymification des aliments; et, pour le mieux démontrer, il eut encore recours à des expériences très-ingénieuses. Il fit avaler à des corbeaux et à d'autres oiseaux de petites éponges attachées à une ficelle, au moyen de laquelle il retira ces corps de l'estomac, après qu'ils y eurent séjourné quelques minutes et qu'ils s'y furent imbibés des liquides contenus dans cette cavité. Il se procura ainsi une quantité considérable de suc gastrique, qu'il plaça dans de petits vases, avec des aliments convenablement divisés; il eut soin en même temps d'élever la température, de façon à imiter, autant que possible, les circonstances dans lesquelles la chymification a lieu, et au bout de quelques heures il vit la masse alimentaire, soumise à cette digestion artificielle, se transformer en une matière pulpeuse semblable en tout point à celle qui se serait formée dans l'estomac par suite d'une digestion naturelle.

D'autres observations faites sur l'homme lui-même ont conduit à des résultats semblables. Celles que l'on doit à un médecin américain, le docteur Beaumont, offrent surtout un grand intérêt; elles ont été faites sur un jeune homme très-bien portant, mais dont l'estomac avait été ouvert par une blessure d'arme à feu, et dont la guérison, était restée imparfaite, de façon que la plaie, quoique cicatrisée, laissait béant un orifice au moyen duquel il était facile de voir tout ce qui se passait dans l'intérieur de cet organe. Ce médecin s'est assuré, de la sorte, que les aliments, en arrivant dans l'estomac, excitent la sécrétion du suc gastrique, s'en imbibent, et sont ensuite digérés par la seule action de cet agent; car, lorsqu'il les retirait de l'estomac, ainsi imbibés, il les voyait encore se transformer peu à peu en une masse chymeuse. A l'aide d'un tube, il lui était facile aussi de se procurer de ce suc gastrique, qu'il voyait suinter des parois de l'estomac, et en employant ce liquide comme l'avait déjà fait Spallanzani, pour des digestions artificielles, il a réussi à transformer des morceaux de bœuf en une substance semi-fluide, semblable au chyme que cette matière alimentaire aurait produit par la digestion naturelle.

Il est donc évident que *le suc gastrique est la cause principale des altérations que les aliments éprouvent pendant leur séjour dans l'estomac*, et la connaissance de ce fait doit nous conduire à chercher quel est le principe qui donne à ce liquide des propriétés si remarquables.

§ 66. Jusqu'en ces derniers temps, on attribuait le pouvoir dissolvant du suc gastrique à l'acide chlorhydrique (ou hydrochlorique) et à l'acide lactique, qui entrent toujours dans sa composition; ces acides

possèdent en effet la propriété d'attaquer plusieurs des substances qui servent le plus ordinairement à l'alimentation, mais leur action est trop faible pour expliquer les phénomènes de la chymification ; et d'après des expériences récentes, que l'on doit à MM. Eberle, Schwan et Müller, de Berlin, il paraîtrait que le suc gastrique renferme une matière particulière , dont l'action sur la plupart des aliments est assez analogue à celle de la *diastase* sur l'amidon. Cette matière, encore imparfaitement connue, à laquelle on a donné le nom de *pepsine*, n'agit qu'autant qu'elle est combinée à de l'acide chlorhydrique ou à de l'acide acétique, et possède alors la propriété de dissoudre ou de réduire en une espèce de bouillie la fibrine, l'albumine coagulée, et la plupart des autres substances alimentaires les plus solides ; elle détermine aussi des changements importants dans la nature chimique de quelques-unes de ces matières, dans l'albumine par exemple.

Certaines substances alimentaires, telles que le caséum, la gélatine et le gluten, ne sont pas dissoutes par la pepsine, et il paraîtrait que, pour être digérées dans l'estomac, elles doivent être préalablement soumises à d'autres agents. La salive est un de ces dissolvants; et, chez les animaux qui se nourrissent spécialement de substances végétales, il existe souvent, entre la bouche et l'estomac proprement dit, une première cavité destinée à loger les aliments pendant que ce liquide les imbibe: chez les mammifères de l'ordre des Ruminants, ce premier estomac porte le nom de *panse* (*fig.* 25); et chez les oiseaux, on l'appelle *jabot*.

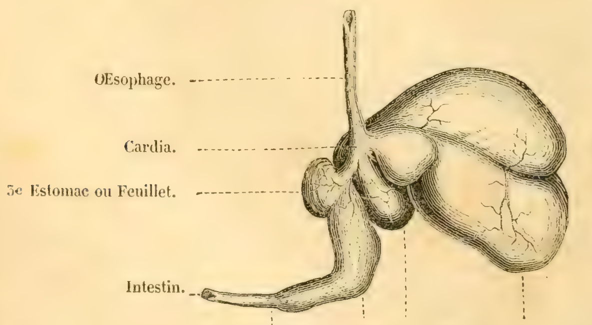


Fig. 25. Estomacs du mouton.

Ainsi, c'est par l'action de la salive, et surtout du suc gastrique, que les aliments sont transformés en chyme; mais certaines substances peuvent résister à ces liquides et traverser l'estomac, sans avoir été dissoutes: pour la digestion de celles-là, l'influence d'un autre agent est nécessaire, et, comme nous le verrons bientôt, c'est en avançant plus loin dans le tube intestinal qu'elles le rencontrent.

Pendant que la chymification s'opère, les parois de l'estomac deviennent le siége de contractions circulaires qui se succèdent d'abord de droite à gauche; mais, après un certain temps, ces mouvements vermiculaires, que l'on nomme *péristaltiques*, se font dans le sens opposé et portent le chyme vers le pylore, puis jusque dans l'intestin grêle.

Chylification.

§ 67. **Intestins.** — La portion du canal alimentaire dans laquelle les aliments pénètrent après leur digestion dans l'estomac, porte le nom d'*intestin* (*fig.* 24). C'est un tube membraneux et contourné sur lui-même, dont le diamètre est peu considérable, mais dont la longueur est très-grande, étant, chez l'homme, environ sept fois celle du corps. Chez les animaux qui se nourrissent exclusivement de chair, les intestins sont, en général, plus courts que chez l'homme et les autres animaux omnivores; tandis que chez les herbivores, leur longueur est beaucoup plus considérable. Ainsi, dans le lion, elle n'est que d'environ trois fois celle du corps, et, dans le bélier, elle est souvent égale à vingt-huit fois cette longueur. La raison de ces différences est facile à saisir, car il est évident que les substances herbacées, qui se digèrent très-lentement, et qui renferment une très-petite portion de matière réellement nutritive, doivent être prises en plus grande quantité et doivent séjourner pendant plus longtemps dans le canal alimentaire que la chair musculaire, dont la digestion est très-prompte et dont presque toute la masse est composée de matières nutritives.

Les intestins, comme nous l'avons déjà dit, sont logés dans l'abdomen, et renfermés dans les replis d'une membrane nommée *péritoine* qui les fixent à la colonne vertébrale (*fig.* 3). Ils se composent de deux parties distinctes : l'*intestin grêle* et le *gros intestin.*

L'*intestin grêle* fait suite à l'estomac, et c'est dans son intérieur que la digestion s'achève. Il est très-étroit et forme environ les trois quarts de la longueur totale des intestins. Sa surface extérieure est lisse, les fibres musculaires qui l'entourent sont serrées les unes contre les autres, et la membrane muqueuse qui en tapisse l'intérieur présente à sa surface une foule de petits *follicules* et de petits appendices saillants nommés *villosités*. On y remarque aussi un grand

nombre de plis transversaux, nommés *valvules conniventes*. Les follicules sécrètent continuellement une humeur visqueuse, dont la quantité est très-considérable. Les villosités, comme nous le verrons bientôt, paraissent servir spécialement à l'absorption des produits de la digestion, et les valvules conniventes à retarder la marche du chyme.

Les anatomistes distinguent dans l'intestin grêle trois portions, le *duodénum*, le *jéjunum* et l'*iléon*; mais cette distinction est de peu d'importance en physiologie.

§ 68. **Foie et pancréas.** — Les matières alimentaires qui pénètrent dans cet intestin s'y mêlent avec les humeurs sécrétées par ses parois, et avec deux liquides particuliers, la *bile* et le *suc pancréatique*, qui sont formés chacun dans un organe glandulaire, situé dans le voisinage de l'estomac.

Le *foie* (*fig.* 24), qui est l'organe producteur de la bile, est le viscère le plus volumineux du corps. Il est situé à la partie supérieure de l'abdomen de l'homme, principalement du côté droit, et descend jusqu'au niveau du bord inférieur des côtes. Sa face supérieure est convexe et sa face inférieure irrégulièrement concave. La couleur de cet organe est rouge-brun et sa substance est molle et compacte, et, lorsqu'on la déchire, elle paraît être formée par l'agglomération de petites granulations solides, dans lesquelles aboutissent les vaisseaux sanguins, et desquelles naissent les conduits excréteurs destinés à porter la bile au dehors.

Ces canaux excréteurs se réunissent successivement entre eux pour former des rameaux, des branches, et enfin un tronc qui sort du foie par la face inférieure de cet organe pour se porter au duodénum, et qui communique aussi avec une poche membraneuse adhérente au foie, habituellement distendue par de la bile, et nommée *vésicule du fiel*. La terminaison du canal se voit dans le duodénum, à peu de distance de l'estomac.

Chez les animaux inférieurs, le foie est souvent remplacé, soit par une agglomération de petits tubes terminés en cul-de-sac, et insérés sur les rameaux d'un canal excréteur (comme chez les crabes et les écrevisses); soit par des vaisseaux simples, mais très-longs, comme chez les insectes. Enfin, chez les êtres placés encore plus bas dans la série zoologique, il manque tout à fait ou n'est représenté que par un tissu glandulaire qui entoure une portion de l'intestin; mais c'est un des organes sécréteurs dont l'existence est la plus constante dans le Règne animal.

§ 69. La *bile* est un liquide visqueux, filant, verdâtre et d'une saveur très-amère. Elle est toujours alcaline et a beaucoup d'analogie avec

du savon. On y trouve, dissous dans de l'eau, un sel formé de soude unie à un acide gras de nature particulière, de la cholestérine, un principe colorant, un peu d'oléate ou de margarate de soude, et du mucus.

§ 70. Le *suc pancréatique* a beaucoup d'analogie avec la salive, tant par ses propriétés physiques que par sa composition chimique ; la *glande pancréas* (1) qui le forme ressemble aussi aux glandes salivaires. C'est une masse granuleuse qui chez l'homme est divisée en un grand nombre de lobes et de lobules, de consistance assez ferme et de couleur blanc-grisâtre tirant un peu sur le rouge, et qui est placée en travers entre l'estomac et la colonne vertébrale (*fig.* 2[illegible]). Chacune des granulations qui la forment donne naissance à un petit conduit excréteur, et tous ces conduits se réunissent pour former un canal qui s'ouvre dans le duodénum près de l'embouchure de celui venant du foie.

§ 71. **Formation du chyle.** — Nous avons déjà vu comment les mouvements péristaltiques de l'estomac poussent le chyme dans le duodénum à travers le pylore. Cette ouverture est garnie d'une valvule qui s'oppose au retour de cette matière dans l'estomac, et la présence du chyme dans l'intestin détermine, dans ce tube, des contractions qui sont analogues à celles de l'estomac, et qui ressemblent exactement aux mouvements d'un ver de terre qui rampe. A l'aide de ces mouvements vermiculaires, le chyme s'accumule dans l'intestin et avance de plus en plus dans l'intérieur de ce tube. Pendant ce trajet, il se mêle avec la bile et les autres humeurs qu'il rencontre, et change peu à peu de propriétés ; il devient jaunâtre, amer, de moins en moins acide, puis alcalin, et il s'en sépare une matière plus ou moins épaisse, tantôt blanche, tantôt grisâtre, suivant la nature des aliments dont elle provient, qui s'attache à la surface de la membrane muqueuse intestinale, et qui est désignée par quelques physiologistes sous le nom de *chyle brut*. Les parties les plus fluides de la masse chymeuse sont en même temps absorbées par les parois du tube digestif, et vers le tiers inférieur de l'intestin grêle il ne s'en trouve presque plus ; enfin la pâte formée par le résidu du chyme, par la bile et les autres humeurs déjà mentionnées, acquiert, dans cette portion du tube alimentaire, plus de consistance, prend une couleur plus foncée, et passe dans le gros intestin.

La bile ne joue pas dans la digestion un rôle aussi important que le suc gastrique, et elle paraît servir principalement à mettre un terme à l'action de ce suc en neutralisant les acides qu'il renferme,

(1) Le mot *pancréas*, qui signifie tout charnu (de πᾶν tout, et de κρέας chair), a été donné à cette glande par les anciens ; mais la substance de cet organe est loin d'être réellement charnue.

à dissoudre certaines substances alimentaires qui ont pu résister à la digestion stomacale, les matières grasses, par exemple, enfin à stimuler par son contact irritant les parois de l'intestin, et à y réveiller les mouvements péristaltiques. Quant au suc pancréatique, il doit probablement agir à peu près de la même manière, à raison de ses qualités alcalines, mais on ne sait rien de positif à cet égard.

§ 72. Quoi qu'il en soit, c'est, comme nous le voyons, dans l'intestin grêle que la digestion s'achève ordinairement, et, pendant ce travail, il se dégage de la masse alimentaire divers gaz qui distendent plus ou moins le tube intestinal. Ces gaz sont principalement de l'acide carbonique et de l'hydrogène pur; quelquefois on y trouve aussi de l'azote.

Expulsion du résidu laissé par la digestion.

§ 73. Les matières alimentaires qui n'ont pu être transformées en chyle doivent être rejetées au dehors, et pour cela elles pénètrent dans le gros intestin et s'y amassent.

Le *gros intestin* (*fig.* 24) fait suite à l'intestin grêle, et chez la plupart des mammifères se distingue facilement par les dilatations nombreuses que l'on remarque sur ses parois entre les divers faisceaux formés par ses fibres musculaires. On le divise en *cœcum*, en *colon* et en *rectum*. Le cœcum (1), qui est situé près de l'os de la hanche, du côté droit, se prolonge en cul-de-sac au delà du point d'insertion de l'intestin grêle, et présente, à son extrémité, un appendice vermiforme. Des replis, disposés en manière de valvules, garnissent l'ouverture de l'intestin grêle, et s'opposent à ce que les matières poussées dans le cœcum puissent rentrer dans l'iléon et retourner vers l'estomac.

Le colon (2) fait suite au cœcum, remonte vers le foie, traverse l'abdomen immédiatement au-dessous de l'estomac, et redescend du côté gauche pour gagner le bassin, où il se continue avec le rectum (3), qui se termine à l'anus.

§ 74. Le résidu provenant de la digestion des aliments est poussé peu à peu depuis le cœcum jusqu'au rectum, où il s'accumule et séjourne pendant un temps plus ou moins long. En traversant ainsi le gros intestin, les matières fécales acquièrent de la consistance:

(1) Les anatomistes ont nommé *cœcum* la première portion du gros intestin, parce qu'elle se prolonge inférieurement sous la forme d'un cul-de-sac (de *cœcus*, aveugle).

(2) On fait venir ce nom de κωλύω, j'arrête, parce que cet intestin retient longtemps les matières excrémentitielles dans ses replis.

(3) Cet intestin est ainsi nommé parce qu'il est à peu près droit.

changent de couleur et prennent une odeur particulière. Il se développe en même temps dans cet intestin une quantité plus ou moins considérable de gaz qui diffèrent essentiellement de ceux de l'intestin grêle par l'existence presque constante d'hydrogène carboné, et quelquefois aussi par la présence d'un peu d'hydrogène sulfuré.

Les fibres charnues qui entourent l'anus et qui forment le *muscle sphincter* de cette ouverture sont continuellement contractées et s'opposent par conséquent à la sortie des matières accumulées dans le gros intestin. En général, pour que l'expulsion de celles-ci ait lieu, il ne suffit même pas de la contraction des fibres musculaires qui entourent cet intestin, il faut aussi que le diaphragme et les autres muscles de l'abdomen concourent au même but, en comprimant la masse des viscères renfermés dans cette cavité.

Absorption du chyle.

§ 75. Pour terminer l'étude de la digestion, il nous reste encore à examiner comment la matière nutritive, extraite des aliments, passe du canal intestinal dans la masse du sang qu'elle est destinée à renouveler.

Fig. 26. Vaisseaux chylifères.

Quelques-uns des liquides introduits dans l'estomac sont absorbés directement par les veines qui serpentent dans les parois de cet organe, et dans celles de l'intestin grêle; mais le chyle suit une autre route, et pénètre dans un système particulier de canaux destinés à en effectuer le transport. Ces vaisseaux, appelés *chylifères* (ou *lactés*, à raison de l'apparence qu'ils prennent ordinairement lorsqu'ils sont remplis de chyle), appartiennent, comme nous l'avons déjà dit, à l'appareil des vaisseaux lymphatiques (1). Ils prennent naissance par des orifices imperceptibles à la surface des villosités de la membrane muqueuse intestinale, et se réunissent en branches plus ou moins grosses qui marchent entre les deux lames du mésentère. Pendant ce trajet, ces vaisseaux lymphatiques traversent des ganglions appelés *ganglions mésentériques* (*fig.* 26), et vont déboucher dans le canal thoracique, qui, à son tour, va se terminer dans la veine sous-clavière du côté gauche.

§ 76. Lorsqu'un animal est à jeun, ces vaisseaux sont à peu près vides; mais lorsque la digestion intestinale est en pleine activité, ils ne tardent pas à se gorger de chyle, dont la couleur est, en général, blanche, et l'aspect semblable à celui du lait.

Ce sont les villosités dont la surface de la membrane muqueuse de l'intestin est garnie, qui paraissent être spécialement chargées de l'absorption du chyle. Aussitôt que ce phénomène commence, on les trouve gonflées et imbibées de ce liquide comme des éponges qui seraient imbibées de lait. Le chyle passe ensuite dans les vaisseaux lymphatiques qui naissent de ces villosités, et coule, avec assez de vitesse, dans le canal thoracique; mais on ne connaît pas bien la cause de son mouvement ascensionnel.

§ 77. **Chyle.** — L'aspect de ce liquide varie suivant la nature des aliments dont il provient, et suivant les animaux où on l'observe. Dans l'homme et la plupart des mammifères, c'est en général un suc blanc laiteux, d'une odeur particulière et d'une saveur salée et alcaline. Examiné au microscope, il paraît composé d'un liquide séreux, tenant en suspension des gouttelettes graisseuses et des globules circulaires. Le chyle provenant d'aliments qui ne renferment pas de matières grasses, est beaucoup moins opaque que celui fourni par des substances contenant de la graisse ou de l'huile; et chez les oiseaux il est presque toujours transparent.

Lorsqu'on examine le chyle dans les vaisseaux lactés près de leur origine, on trouve que les matières organiques qu'il contient consistent principalement en albumine; mais, quand on l'observe plus loin dans son trajet vers la veine sous-clavière, on voit que ses qua-

(1) Voyez page 22.

lités ne restent plus les mêmes : à mesure qu'il avance dans l'intérieur des vaisseaux lymphatiques, il se charge d'une quantité de plus en plus considérable de fibrine ; principe qui lui donne la propriété de se coaguler spontanément à la manière du sang. En général, ce liquide prend en même temps une teinte rosée et devient susceptible de rougir légèrement au contact de l'air. Sa nature, par conséquent, se rapproche de plus en plus de celle du sang, avec lequel il va s'unir dans la veine sous-clavière où débouche le canal thoracique.

C'est de la sorte que les matières nutritives élaborées par la digestion sont absorbées et mêlées au fluide nourricier. Pour continuer l'étude des phénomènes de la nutrition, nous devons, par conséquent, nous occuper maintenant de ce fluide et de la manière dont se fait la distribution des matières organiques qu'il charrie.

DU SANG.

§ 78. Dans les animaux dont la structure est la plus simple, tous les liquides de l'économie sont semblables entre eux ; ils ne paraissent être que de l'eau plus ou moins chargée de particules de matières organisées ; mais, dans les êtres qui occupent un rang plus élevé dans la série zoologique, les humeurs cessent d'être toutes de même nature, et il en est un qui est destiné d'une manière spéciale à subvenir aux besoins de la nutrition : ce *liquide nourricier* est le *sang*.

C'est ce liquide qui entretient la vie dans les organes et leur fournit les matériaux dont ils se composent.

C'est aussi le sang qui est la source de toutes les humeurs formées dans le corps : la salive, l'urine, la bile, les larmes, par exemple.

§ 79. Chez tous les animaux qui par leur structure se rapprochent le plus de l'homme, tels que les mammifères, les oiseaux, les reptiles et les poissons, et même chez la plupart des vers de la classe des annélides, le sang est d'une couleur rouge intense. Mais chez presque tous les animaux inférieurs, au lieu d'être rouge et épais, il ne consiste qu'en un liquide aqueux, tantôt complétement incolore, tantôt légèrement teinté en jaune, en vert, en rose ou en lilas : aussi est-il assez difficile à voir, et pendant longtemps a-t-on pensé que ces êtres en étaient complétement dépourvus, et les appelait-on des *animaux exsangues*.

Les ANIMAUX A SANG BLANC, ou ayant le sang à peine teinté, sont très-nombreux : tous les *insectes* rentrent dans cette catégorie, et c'est à tort que l'on regarde vulgairement les mouches comme ayant du sang rouge dans la tête ; lorsqu'on écrase un de ces animaux on voit s'épancher, il est vrai, un liquide rougeâtre, mais cette matière n'est pas du sang et provient uniquement des yeux de ces

petits êtres. Les araignées, les crabes, les écrevisses et tous les animaux qui se rapprochent de ces derniers et qui sont désignés par les zoologistes sous le nom de *crustacés*, n'ont aussi que du sang presque incolore ; enfin les limaçons, les moules, les huîtres, les vers intestinaux et les autres animaux de la classe des *mollusques* et de celle des *zoophytes* sont dans le même cas.

§ 80. En examinant au microscope le sang d'un animal à SANG ROUGE, tel qu'un mammifère, un oiseau, un poisson, on voit qu'il est constamment formé de deux parties distinctes : d'un liquide jaunâtre et transparent, auquel on a donné le nom de *sérum*, et d'une foule de petits corpuscules solides, réguliers et d'une belle couleur rouge qui nagent dans le fluide dont nous venons de parler, et que l'on appelle les *globules du sang*.

§ 81. **Globules du sang.** — Chez les animaux de la même espèce, tous les globules du sang ont la même forme et à peu près la même grosseur (1) ; mais lorsqu'on les compare chez des animaux d'espèces différentes, on y remarque des différences importantes à signaler. En général, ces corpuscules se ressemblent beaucoup plus chez les divers animaux d'une même classe que chez des animaux appartenant à des classes différentes : chez les premiers leurs dimensions peuvent varier, mais ils affectent presque toujours la même forme ; tandis que d'une classe à une autre les différences de volume deviennent souvent beaucoup plus considérables, et la forme elle-même peut changer.

Ainsi chez l'homme (*fig.* 27), et chez presque tous les autres animaux de la classe des mammifères (le chien, le cheval, le bœuf, par exemple), les globules du sang sont circulaires (2) ; tandis que chez les oiseaux, les reptiles et les poissons, ils ont une forme elliptique (voyez *fig.* 28).

Fig. 27 (3).

Ces corpuscules sont toujours microscopiques ; mais c'est surtout chez les mammifères, qu'ils sont d'une petitesse extrême. Dans l'homme, le chien, le lapin et quelques autres mammifères, leur diamètre est égal à environ la cent vingt-cinquième partie d'un

(1) Avant la naissance, les globules ont quelquefois des dimensions ou même une forme différentes de celles qu'ils offrent pendant tout le reste de la vie. Ainsi le poulet, dans l'œuf, a d'abord des globules circulaires, et ce n'est qu'à une période plus avancée de l'incubation que les globules offrent tous une forme elliptique. Mais après la naissance les globules ne varient plus.

(2) Les chameaux et les lamas font exception à cette règle, car chez ces mammifères les globules du sang sont elliptiques.

(3) Fig. 27, globules du sang de l'homme, grossis à peu près quatre cents fois (en diamètre).

millimètre, et, chez la chèvre, ils n'ont que un deux cent cinquantième de millimètre.

Dans les oiseaux les globules du sang sont plus grands que chez les mammifères. Mais c'est dans la classe des reptiles qu'ils atteignent les dimensions les plus considérables : ainsi, dans le sang de la grenouille, elles ont environ un quarante-cinquième de millimètre en longueur sur un soixante-quinzième en largeur ; et dans le protée, qui est de tous les animaux connus celui chez lequel ils sont les plus grands, leur longueur est d'environ un dix-septième de millimètre.



Fig. 28 (1).

Enfin chez les poissons ces corpuscules sont intermédiaires pour la grosseur entre les globules des oiseaux et des reptiles.

Du reste, les globules du sang sont toujours aplatis, et présentent une tache centrale entourée d'une espèce de bordure de couleur plus foncée. Leur structure intérieure est quelquefois très-difficile à connaître ; mais, lorsqu'on a soin de les prendre chez un animal où leur volume est le plus considérable, et qu'on les examine à l'aide d'un microscope puissant, on voit qu'ils sont composés de deux parties distinctes, d'un noyau central et d'une enveloppe ayant l'apparence d'une petite vessie. En général, cette enveloppe est déprimée, et forme autour du noyau un rebord plus ou moins mince, de façon que le tout offre l'aspect d'un petit disque renflé au milieu ; elle est de couleur rouge et semble être formée d'une espèce de gelée facile à diviser, mais très-élastique. Le noyau central a la forme d'un sphéroïde et n'est pas coloré. Chez l'homme et les autres mammifères, la portion centrale des globules est au contraire, moins saillante que le bord, et le noyau n'est pas bien distinct; mais, suivant toute probabilité, il doit exister comme dans les autres classes d'animaux vertébrés.

Ces globules rouges, qui donnent au sang sa couleur, ne sont pas les seuls qu'on y découvre à l'aide du microscope. Il existe aussi dans ce liquide, mais en beaucoup moindre quantité, d'autres corpuscules incolores et d'une forme sphérique qui ressemblent beaucoup aux globules du chyle ; en général, ils sont difficiles à apercevoir à cause de leur mélange avec les globules rouges.

§ 82. Chez les animaux sans vertèbres dont le sang est blanc, ou

(1) Fig. 28, globules elliptiques du sang des oiseaux, des reptiles et des poissons : — *a* globules du sang de la poule, vus de face et de profil ; — *b* globules du sang de la grenouille ; — *c* globules d'un poisson du genre squale (même grossissement).

à peine coloré, on trouve aussi des globules, mais ces corpuscules diffèrent beaucoup de ceux des animaux vertébrés; leur grosseur est très-variable chez le même individu, leur surface offre un aspect framboisé; on n'y distingue ni noyau central, ni enveloppe extérieure, et leur forme est en général sphérique.

§ 83. **Composition du sang.** — La chimie nous apprend que le sang se compose d'un grand nombre de substances différentes. Chez les animaux supérieurs, on y trouve de l'eau, de l'albumine, de la fibrine, une matière colorante rouge contenant du fer, une autre matière colorante jaune, plusieurs matières grasses, telles que la cholestérine et la cérébrine, substance dans la composition de laquelle il entre du phosphore, un grand nombre de sels, tels que de l'hydrochlorate de soude ou sel marin, de l'hydrochlorate de potasse, de l'hydrochlorate d'ammoniaque, du sulfate de potasse, du carbonate de soude, du carbonate de chaux, du carbonate de magnésie, des phosphates de soude, de chaux et de magnésie, des lactates de soude, des sels alcalins formés par des acides gras; enfin, on y reconnaît aussi la présence du fer, de l'acide carbonique libre, du gaz azote et du gaz oxygène. Mais cette complication, toute grande qu'elle peut nous paraître, est encore au-dessous de la réalité, et si nos moyens d'analyse étaient plus parfait. son découvrirait dans le sang d'autres substances encore, qui y existent bien certainement, mais ne s'y trouvent qu'en quantités trop petites pour que le chimiste puisse les saisir. Pour s'en convaincre, il suffit d'arrêter l'action de certains organes chargés de séparer du sang divers liquides particuliers, tel que l'urine; car des matières qui étaient expulsées de l'économie par cette voie, et qui ne se montrent pas d'ordinaire dans le sang, s'y accumulent alors, et deviennent de la sorte faciles à reconnaître, ainsi que nous le verrons du reste plus en détail lorsque nous arriverons à l'étude des sécrétions.

Les substances que nous venons d'énumérer comme étant contenues dans le sang sont aussi celles qui entrent dans la composition de presque toutes les parties, soit solides, soit liquides, de l'économie; l'albumine forme la base d'un grand nombre de tissus, la fibrine est le principe constituant des muscles, les sels contenus dans le sang se rencontrent aussi soit dans les os, soit dans les humeurs, et, d'après l'ensemble des faits connus, on est en droit de penser que les matériaux destinés à devenir de la chair, de la bile, de l'urine, etc., existent déjà dans le fluide nourricier : les organes qui doivent se les approprier les puisent dans ce liquide, et ne les créent pas; aussi n'est-ce pas sans raison que le sang a été appelé par quelques auteurs de la *chair coulante*.

§ 84. Les proportions dans lesquelles les diverses matières constituantes du sang s'y trouvent réunies varient beaucoup chez les différents animaux. Dans l'homme, on trouve ordinairement sur cent parties de sang environ soixante-dix-neuf parties d'eau, dix-neuf centièmes d'albumine, un centième de sels, et quelques millièmes seulement de fibrine et de matière colorante. Dans le sang des oiseaux, la proportion d'eau est en général un peu moins forte; mais, dans le sang des reptiles et des poissons, on en trouve davantage. Dans celui de la grenouille, par exemple, il existe plus de quatre-vingt-huit centièmes d'eau.

Des différences analogues se remarquent, lorsqu'on compare les quantités relatives de sérum et de globules dans le sang des divers animaux; et, comme nous le verrons par la suite, il existe un rapport remarquable entre la proportion de ces globules et la chaleur développée par ces êtres. Les oiseaux sont de tous les animaux ceux dont le sang est le plus riche en globules, et ceux aussi dont la température est la plus élevée. Le sang des mammifères en renferme un peu moins (7 à 12 centièmes) ; chez les reptiles et les poissons, que l'on appelle des animaux à sang froid, à cause du peu de chaleur qu'ils développent, la quantité relative des gl bules est beaucoup plus faible encore, et ne dépasse guère cinq ou six centièmes du poids total du sang.

Du reste les proportions des éléments solides et liquides varient aussi chez les différents individus d'une même espèce, et diverses circonstances peuvent apporter des modifications dans le sang d'un même animal. Ainsi la quantité des globules est plus grande et celle de l'eau plus faible dans le sang de l'homme que dans celui de la femme, et dans le sang des individus d'un tempérament sanguin que dans ceux d'un tempérament lymphatique.

§ 85. **Coagulabilité du sang.** — Dans l'état ordinaire, le sang est toujours fluide et se compose, comme nous l'avons déjà dit, d'un liquide aqueux tenant en suspension des globules solides; mais il est des circonstances où ses propriétés physiques changent complétement. C'est ce qui a lieu, par exemple, toutes les fois qu'on extrait le sang des vaisseaux où il est contenu, dans l'intérieur du corps d'un animal vivant ; abandonné à lui-même, il se transforme alors, au bout de quelques instants, en une masse de consistance gélatineuse qui se sépare peu à peu en deux parties, l'une liquide, jaunâtre et transparente, formée par le sérum, l'autre plus ou moins solide, complétement opaque, et d'une couleur rouge, à laquelle on donne le nom de *caillot* ou de *cruor du sang*.

Ce phénomène est dû à la présence de la *fibrine* contenue dans

le sang. Cette substance, qui est dissoute dans le sérum, a la propriété de se solidifier lorsqu'elle n'est plus soumise à l'influence de la vie et, en se solidifiant ainsi, elle entraîne avec elle les globules, et forme avec eux une masse gélatineuse, de la même manière que du blanc d'œuf, employé pour clarifier un liquide trouble, entraîne les corpuscules qui s'y trouvent mêlés, lorsque par l'effet de la chaleur il vient à se coaguler. Pour s'assurer que la coagulation du sang dépend de la fibrine, il suffit de battre ce liquide avec des verges aussitôt qu'il est tiré de la veine ; la fibrine, au moment de sa solidification, s'attachant alors aux baguettes, s'extrait facilement, et le sang perd la propriété de se coaguler. A l'aide d'une expérience très-simple, on peut également se convaincre que cette fibrine se trouve dans le sérum, et n'est pas contenue dans les globules, comme on le croyait jusque dans ces derniers temps. Effectivement, si l'on jette sur un filtre du sang dont les globules sont très-volumineux, du sang de grenouille, par exemple, il est possible de faire passer le sérum et de retenir tous les globules avant que la coagulation se soit effectuée, et, dans ce cas, bien que les globules soient restés intacts sur le filtre, le sérum se prend en masse comme d'ordinaire; seulement le caillot, formé alors exclusivement de fibrine, est blanc au lieu d'être rouge, comme lorsque les globules s'y trouvent englobés.

§ 86. **Usages du sang.** — Le sang, avons-nous dit, est l'agent spécial de la nutrition. Mais il ne sert pas seulement à réparer les pertes que subissent les organes et à les nourrir, il est destiné aussi à produire dans ces parties une excitation sans laquelle la vie ne saurait s'y maintenir. L'expérience suivante peut, mieux que toute autre, donner une idée de l'importance du rôle que ce liquide joue dans l'économie.

§ 87. Lorsqu'on saigne abondamment un animal, on le voit s'affaiblir de plus en plus; et, si l'hémorrhagie est très-abondante, il ne tarde pas à perdre connaissance ; sa respiration s'arrête, tout mouvement musculaire cesse, et la vie ne se manifeste plus par aucun signe extérieur ; enfin, si la perte de sang est poussée assez loin, et qu'on laisse l'animal dans cet état, la réalité succède bientôt à l'apparence, et la mort ne tarde pas à arriver. Mais si, au lieu d'abandonner à son sort cette espèce de cadavre, on injecte dans ses veines du sang semblable à celui qu'il a perdu, on le voit avec étonnement revenir à la vie ; à mesure qu'on introduit dans ses vaisseaux de nouvelles quantités de sang, l'animal se ranime de plus en plus; bientôt il respire librement, se meut avec facilité, reprend ses allures habituelles, et il peut même se rétablir complétement.

Cette opération, que l'on désigne sous le nom de *transfusion*, est,

certes, une des plus remarquables que l'on ait jamais faites, et elle prouve mieux que tout ce que l'on pourrait dire l'importance de l'action des globules de sang sur les organes vivants; car, si l'on emploie, de la même manière, du sérum privé de globules, on ne produit pas d'autre effet que si on se servait d'eau pure, et la mort n'en est pas moins une suite inévitable de l'hémorrhagie.

La fibrine du sang joue également un rôle très-important dans l'économie. En effet, M. Magendie a constaté que, lorsqu'on injecte dans les veines d'un chien du sang dépouillé de sa fibrine, l'animal tombe bientôt dans un état de faiblesse extrême et périt au bout de quelques jours, en présentant tous les symptômes qu'offrent les malades en proie à certaines fièvres pernicieuses.

§ 88. L'influence du sang sur la nutrition est également facile à démontrer. Ainsi, lorsque, par des moyens mécaniques, on diminue d'une manière notable et permanente la quantité de ce liquide reçue par un organe, on voit celui-ci diminuer de grosseur et souvent même se flétrir et se réduire presque à rien. D'un autre côté, on observe également que plus une partie quelconque du corps fonctionne, plus elle reçoit de sang, et plus aussi son volume s'accroît. En effet, chacun sait que l'exercice musculaire tend à développer davantage les parties qui en sont le siége; que chez les danseurs, par exemple, les muscles des jambes et surtout du mollet acquièrent une grosseur remarquable, tandis que chez les boulangers, et les autres hommes qui exécutent, avec leurs bras, des travaux rudes, les muscles des membres supérieurs deviennent plus charnus que les autres parties. Or les muscles reçoivent plus de sang lorsqu'ils se contractent que lorsqu'ils sont en repos, et par cet afflux de sang le travail nutritif dont ils sont le siége est activé et leur volume s'accroît.

§ 89. Le liquide nourricier, en agissant ainsi sur les organes avec lesquels il est en contact, en éprouve à son tour des modifications, et à raison de ce changement il perd bientôt ses qualités vivifiantes. Le sang qui arrive dans les diverses parties du corps est d'une couleur rouge-vermeil, tandis qu'il présente, après les avoir traversées, une teinte sombre d'un rouge noirâtre, et dans cet état il ne possède plus la faculté d'entretenir la vie dans les organes auxquels il se rend. Mais du sang ainsi vicié, ou du moins en quelque sorte usé, reprend, par l'action de l'air, ses propriétés primitives et redevient alors propre à exciter le mouvement vital.

La fonction à l'aide de laquelle ce changement important s'opère est celle de la *respiration*, dont nous aurons bientôt à nous occuper.

Le sang qui a subi l'action de l'air et qui est propre à l'entretien de la vie est appelé *sang artériel*; celui qui a déjà agi sur les or-

ganes, et qui ne peut continuer à y exciter le mouvement vital, se nomme *sang veineux* : il contient, en général, moins de globules que le sang artériel, et se coagule moins promptement, mais c'est par sa couleur noirâtre et par son mode d'action sur les tissus vivants qu'il s'en distingue le plus.

CIRCULATION DU SANG.

§ 90. D'après ce que nous venons de dire sur le rôle que les liquides nourriciers remplissent dans l'économie animale, et sur l'influence que la respiration exerce sur les propriétés physiologiques de ces liquides, il est évident qu'ils doivent être le siége d'un mouvement continuel.

En effet, puisque c'est le sang qui distribue à toutes les parties du corps les matériaux nécessaires à leur nutrition, et que ce liquide est aussi la voie par laquelle les particules éliminées de la substance des tissus sont entraînées au loin, il ne peut rester en repos, et il doit nécessairement traverser sans cesse tous les organes. Mais, chez la plupart des animaux, ces conditions d'existence ne sont pas les seules qui rendent le mouvement du sang indispensable pour l'entretien de la vie : lorsque l'air ne pénètre pas lui-même dans l'épaisseur de tous les tissus (comme cela a lieu chez les insectes), et n'agit que par l'intermédiaire d'un organe spécial de la respiration (tel que les poumons), il est également facile de voir que le sang, qui a déjà traversé les tissus, doit aussi se rendre dans l'appareil respiratoire pour y subir l'influence vivifiante de l'air avant que de retourner de nouveau vers ces mêmes tissus.

Or, c'est ce qui a réellement lieu ; ce mouvement constitue ce que les physiologistes appellent la CIRCULATION DU SANG.

Ce phénomène était inconnu des anciens ; la découverte en est due à Harvey, médecin du roi d'Angleterre Charles Ier (en 1619).

§ 91. **Appareil de la circulation.** — Chez quelques animaux inférieurs le sang ne circule que dans les lacunes qui existent entre les divers organes du corps ou entre les lamelles constituantes de ces organes. Mais chez tous les animaux supérieurs, et aussi chez la plupart de ceux appartenant aux classes moins élevées dans la série zoologique, la circulation a lieu dans l'intérieur d'un appareil très-compliqué, composé : 1° d'un système de canaux servant à conduire le sang dans toutes les parties où il doit passer ; 2° d'un organe particulier destiné à mettre ce liquide en mouvement.

Ces canaux portent le nom de *vaisseaux sanguins*, et cet organe moteur est le *cœur*.

Le *cœur* est le centre de l'appareil de la circulation ; c'est une

espèce de poche charnue en communication avec les vaisseaux sanguins, qui reçoit le sang dans son intérieur, et qui, en se resserrant de temps en temps, lance ce liquide dans ces canaux et y détermine ainsi un courant continuel.

Presque tous les animaux ont un cœur. Cet organe existe non-seulement chez les mammifères, les oiseaux, les reptiles et les poissons, mais aussi chez les colimaçons, les huîtres et les autres animaux de la classe des mollusques ; chez les crabes et les écrevisses ; chez les araignées, etc.

Les vaisseaux sanguins sont de deux ordres, savoir :

1° Les *artères*, qui servent à porter le sang du cœur dans toute les parties du corps ;

2° Les *veines*, qui rapportent ce liquide de toutes les parties du corps dans le cœur.

Les artères partent du cœur et se divisent en branches, en rameaux et en ramuscules de plus en plus nombreux et de plus en plus déliés à mesure qu'elles s'avancent et qu'elles se distribuent à des parties plus nombreuses et plus éloignées.

Les veines présentent une disposition semblable, mais qui est destinée à produire un résultat tout contraire, parce que le sang suit dans ces vaisseaux une marche inverse. Elles sont très-nombreuses loin du cœur, mais peu à peu elles se réunissent pour former des canaux plus gros qui, à leur tour, se réunissent aussi de façon à se terminer au cœur par un ou deux troncs seulement.

Les dernières ramifications des artères dans la substance des organes se continuent avec les racines des veines, de manière à former une suite non interrompue de canaux étroits dans lesquels le sang coule pour traverser ces organes (*fig.* 29).

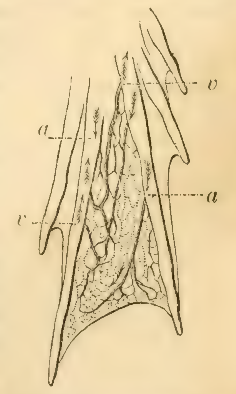


Fig. 29. *Vaisseaux capillaires de la patte d'une grenouille* (1).

On donne le nom de *vaisseaux capillaires* à ces canaux déliés qui établissent ainsi la communication entre l'extrémité des artères et des veines, et ce nom leur vient de leur finesse extrême, qui les a fait comparer à des cheveux.

Par l'extrémité opposée à celle où se trouvent les vaisseaux capillaires, les artères et les veines communiquent entre

(1) *a* Artères; — *v* veines; — les flèches indiquent la direction du courant circulatoire.

elles par l'intermédiaire des cavités du cœur. Il en résulte que *l'appareil vasculaire forme un cercle complet dans lequel le sang se meut pour revenir sans cesse à son premier point de départ*; et c'est en raison de la nature de ce mouvement qu'on l'appelle *circulation*.

Le cercle circulatoire peut être comparé à un arbre dont le tronc serait reployé sur lui-même, de manière à faire rencontrer les dernières ramifications des branches avec les dernières divisions des racines : la portion supérieure du tronc et ses branches représenteraient les artères, la portion inférieure du tronc et les racines représenteraient les veines ; et c'est au point de réunion de ces deux portions du tronc que serait la place du cœur.

Dans tous les animaux où la respiration se fait dans un organe spécial, tel que le poumon, les vaisseaux sanguins se ramifient, non-seulement dans les tissus qu'ils doivent nourrir, mais aussi dans l'organe où le sang doit subir l'action de l'air, et ce liquide traverse, par conséquent, deux ordres de vaisseaux capillaires, l'un servant à la nutrition, l'autre à la respiration : la circulation qui se fait dans l'appareil respiratoire est appelée la *petite circulation*; et celle qui se fait dans le reste du corps, la *grande circulation*.

Du reste, la route suivie par le sang et la structure de l'appareil circulatoire varient beaucoup dans les différentes classes d'animaux. Nous indiquerons plus loin ces différences ; mais, avant que de nous en occuper, il convient d'étudier avec plus de détails la conformation et le mécanisme de cet appareil chez un animal qui pourra nous servir ensuite comme terme de comparaison.

Description de l'appareil de la circulation chez les animaux supérieurs.

§ 92. **Cœur.** — Chez l'homme, et chez les animaux qui, par leur structure, se rapprochent le plus de nous, le *cœur* est logé entre les poumons dans la cavité de la poitrine que les anatomistes appellent le *thorax* (*fig.* 3 *et* 30); son extrémité inférieure est dirigée un peu obliquement à gauche et en avant, et son extrémité supérieure, qui donne naissance à tous les vaisseaux en communication avec son intérieur, est fixée aux parties voisines, à peu près sur la ligne médiane du corps. Dans le reste de son étendue le cœur est complétement libre, et il est enveloppé par une espèce de double sac membraneux, le *péricarde*, dont la surface interne est partout en contact avec elle-même, parfaitement lisse et continuellement hu-

mectée par un liquide aqueux; disposition qui sert à rendre les mouvements de cet organe plus faciles (1).

La forme générale du cœur (*fig.* 30) est celle d'un cône ou pyramide irrégulière et renversée; son volume est à peu près égal à celui du poing, et sa substance est presque entièrement charnue: c'est

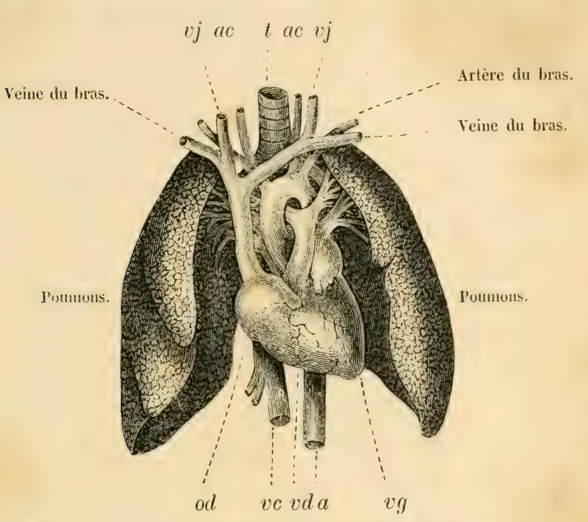


Fig. 30. *Poumons, cœur et principaux vaisseaux de l'homme* (2).

(1) Cette tunique ainsi que le péritoine, dont il a été déjà question, est une de celles que les anatomistes désignent sous le nom de *séreuses,* et la disposition de ses membranes mérite d'être remarquée : elles ont toujours la forme d'une espèce de sac dont la surface interne, extrêmement lisse et constamment enduite d'une couche de liquide, est partout en contact avec elle-même; l'une des moitiés de ce sac adhère par sa face externe aux parois de la cavité qui loge les viscères, et l'autre moitié entoure ces viscères eux-mêmes, et y adhère par sa face externe. Pour me servir d'une comparaison triviale, mais qui peint parfaitement la chose, ces membranes ressemblent à un bonnet de coton qui entourerait les viscères comme ce bonnet enveloppe la tête, et dont la moitié extérieure serait fixée aux parois d'une cavité renfermant et le bonnet et la tête. Ces membranes tendent à diminuer le frottement de ces parties entre elles, et, par conséquent, à faciliter leurs mouvements: aussi trouve-t-on des poches analogues partout où des organes frottent continuellement ou avec force les uns contre les autres, comme aux articulations des os des membres, autour des poumons, des intestins, etc.

(2) *od, vd* oreillette et ventricule droits; — *vg* ventricule gauche; — *a* artère aorte; — *ac* artères carotides; — *vc* veine cave inférieure; — *vj* veines jugulaires ou veines du cou; — *t* trachée.

un muscle creux qui, chez les oiseaux aussi bien que chez tous les mammifères, renferme quatre cavités ou chambres distinctes. En effet une grande cloison verticale (*fig.* 31) le divise intérieurement en deux moitiés, et chacune de ces moitiés, à son tour, est subdivisée par une cloison transversale, de façon à former deux cavités superposées, un *ventricule* et une *oreillette* (*fig.* 31 et 34).

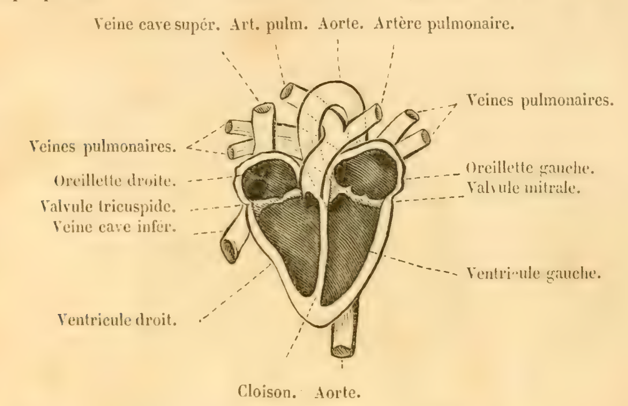


Fig. 31. *Coupe théorique du cœur de l'homme.*

Les deux ventricules du cœur en occupent la partie inférieure et ne communiquent pas entre eux, mais s'ouvrent chacun dans l'oreillette située au-dessus, au moyen d'un grand orifice nommé *auriculo-ventriculaire*. Les cavités du côté gauche contiennent du sang artériel, celles du côté droit le sang veineux. On remarque que les parois des ventricules sont douées d'une force bien plus grande que celles des oreillettes, et l'utilité de cette disposition est évidente ; car les oreillettes ne doivent chasser le sang que dans les ventricules situés au-dessous, tandis que ces dernières cavités doivent l'envoyer à une distance bien plus considérable, soit aux poumons, soit aux autres parties du corps. Le ventricule gauche est aussi bien plus fort que le ventricule droit, et l'étendue du trajet que les contractions de ces cavités doivent faire parcourir au sang nous explique également bien la raison de cette différence ; car le ventricule droit n'envoie ce liquide que dans les poumons situés à peu de distance du cœur, et le ventricule gauche le pousse jusqu'aux parties les plus éloignées du corps.

§ 93. **Vaisseaux sanguins.** — Les vaisseaux dans lesquels le sang circule communiquent tous avec le cœur, par l'intermédiaire d'un

petit nombre de gros troncs, et se distinguent, comme nous l'avons déjà dit, en artères et en veines, suivant qu'ils sont destinés à porter le sang du cœur vers une autre partie, ou bien qu'ils rapportent ce liquide de divers organes vers le cœur.

Les artères et les veines sont formées, intérieurement, par une membrane mince et lisse qui se continue avec celle qui tapisse les cavités du cœur, et qui a de l'analogie avec celles désignées par les anatomistes sous le nom de séreuses. Dans les artères, cette tunique *interne* est entourée d'une tunique *moyenne*, gaîne épaisse, jaunâtre et très-élastique, qui se compose de fibres d'une nature particulière disposées circulairement; et le tout est renfermé dans une troisième tunique *externe* ou *celluleuse*, formée par du tissu cellulaire dense et serré. Dans les veines on ne trouve pas de tunique *moyenne* ou *élastique* distincte, et la membrane interne n'est entourée que par une couche mince de fibres longitudinales, lâches et extensibles. Il en résulte une différence très-grande dans les propriétés physiques de ces deux ordres de vaisseaux. Les veines ont des parois minces et flasques qui s'affaissent, lorsqu'elles ne sont pas distendues par le sang, et qui se cicatrisent facilement lorsqu'elles ont été divisées. Les artères, au contraire, ont des parois beaucoup plus épaisses et conservent leur calibre, lors même qu'elles sont vides, comme cela arrive toujours après la mort; enfin lorsque ces derniers vaisseaux sont ouverts, les bords de la plaie tendent à s'écarter, à raison de l'élasticité des fibres de leur tunique moyenne, et la cicatrisation ne s'effectue jamais d'une manière complète, à moins que l'on ne détermine l'oblitération de l'artère dans le point divisé : aussi, pour arrêter le sang qui s'échappe d'une veine, suffit-il de maintenir, pendant quelque temps, les bords de la plaie en contact, tandis que, lors de l'ouverture d'une artère, il faut lier le vaisseau ou l'oblitérer au moyen de la compression.

§ 94. **Système artériel.** — Les vaisseaux qui doivent transporter le sang artériel dans tous les organes naissent du ventricule gauche du cœur par un seul tronc appelé *artère aorte* (*fig.* 32). Cette grosse artère remonte d'abord vers la base du cou, puis se recourbe en bas, passe derrière le cœur et descend verticalement au-devant de l'épine du dos jusqu'à la partie inférieure du ventre. Pendant ce trajet, il se sépare de l'aorte un grand nombre de branches, dont les principales sont les deux *artères carotides*, qui remontent sur les côtés du cou et distribuent le sang à la tête; les deux artères des membres supérieurs, qui prennent successivement les noms d'*artères sous-clavières*, *axillaires* et *brachiales*, suivant qu'elles passent sous la clavicule, qu'elles traversent le creux de l'aisselle, ou qu'elles des-

cendent le long du bras; l'*artère cœliaque*, qui se rend à l'estomac, au foie et à la rate; les *artères mésentériques*, qui se ramifient dans

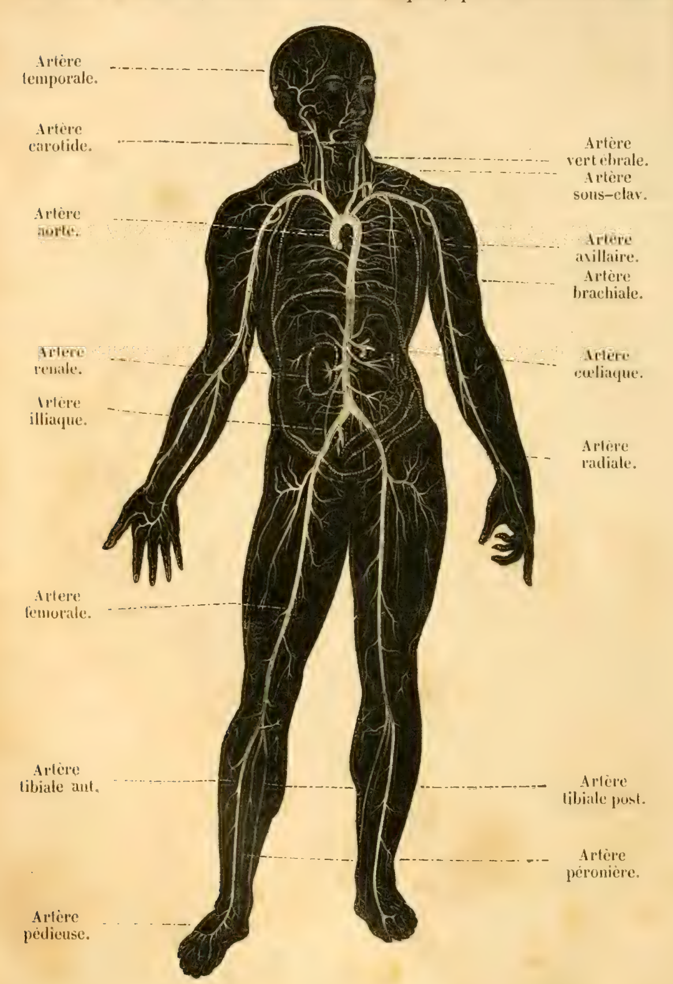


Fig. 32. Système artériel de l'homme.

les intestins; les *artères rénales*, qui pénètrent dans les reins; et les *artères iliaques* qui terminent, en quelque sorte, l'aorte, et qui portent le sang aux membres inférieurs.

§ 95. **Système veineux.** — Les VEINES qui communiquent avec les dernières ramifications des artères, par l'intermédiaire des vaisseaux capillaires, et qui reçoivent le sang après qu'il a ainsi arrosé toutes les parties du corps, suivent à peu près le même trajet que les artères; mais elles sont plus grosses, plus nombreuses, et, en général, situées plus superficiellement. Un grand nombre de ces vaisseaux marchent sous la peau, d'autres accompagnent les artères, et en dernier résultat, tous se réunissent pour former deux gros troncs qui s'ouvrent dans l'oreillette droite du cœur, et qui ont reçu les noms de *veines caves supérieure* et *inférieure* (*fig.* 30).

Les veines des intestins présentent dans leur marche une particularité remarquable, le tronc commun, formé par leur réunion. pénètre dans la substance du foie et s'y ramifie, de façon que le sang de ces organes ne retourne au cœur qu'après avoir circulé dans un système particulier de canaux capillaires contenus dans le foie, et donnant naissance à des vaisseaux qui se réunissent entre eux pour aller s'ouvrir dans la veine cave inférieure. Cette portion de l'appareil veineux est appelée le *système de la veine porte*.

§ 96. **Petite circulation.** — Le sang veineux, qui arrive de toutes les parties du corps, pénètre dans l'oreillette droite du cœur par les veines caves, et passe de cette cavité dans le ventricule situé au-dessous, pour se rendre ensuite aux poumons.

Le vaisseau destiné à conduire le sang veineux du cœur aux poumons est nommé *artère pulmonaire* (*fig.* 30 et 31); il naît de la partie supérieure et gauche du ventricule droit, remonte à côté de l'aorte, et se divise bientôt en deux branches qui s'écartent presque transversalement l'une de l'autre, et vont se ramifier dans les poumons; celle du côté droit passe derrière l'aorte et la veine cave supérieure; celle du côté gauche passe au-devant et au-dessus de la crosse de l'aorte. La première se subdivise en trois branches avant que de pénétrer dans la substance des poumons, la deuxième en deux; l'une et l'autre vont se ramifier sur les parois des cellules pulmonaires.

§ 97. Les *veines pulmonaires* naissent dans la substance des poumons, des dernières divisions capillaires des artères du même nom, et se rassemblent en rameaux et en branches qui suivent le même trajet que ces vaisseaux; elles forment enfin quatre troncs, qui abandonnent deux à deux chaque poumon, et se rendent dans l'oreillette gauche du cœur, où elles versent le sang devenu artériel par son contact avec l'air dans l'intérieur de l'organe respiratoire. Enfin

cette oreillette communique avec le ventricule gauche, d'où naît, comme nous l'avons déjà vu, l'artère aorte.

Mécanisme de la circulation.

§ 98. **Mouvements du cœur.** — Le mécanisme à l'aide duquel le sang se meut dans tous ces vaisseaux est facile à comprendre. Les cavités du cœur, comme nous l'avons déjà dit, se resserrent et s'agrandissent alternativement, et poussent ainsi le sang dans les canaux avec lesquels elles sont en communication.

Les deux ventricules se contractent en même temps; et, pendant que leurs parois se relâchent ensuite, les oreillettes se contractent à leur tour. Ces mouvements de contraction portent le nom de *systole* (1), et on appelle *diastole* (2) le mouvement contraire. Ils se renouvellent très-fréquemment; chez l'homme adulte, on en compte ordinairement de soixante à soixante-quinze par minute; chez les vieillards, leur nombre paraît augmenter un peu; et dans les très-jeunes enfants, il s'élève, en général, à environ cent vingt. Du reste, une foule de circonstances influent sur la fréquence et la force des battements du cœur; ils sont accélérés par l'exercice, par les émotions de l'âme, et par un grand nombre de maladies; dans la défaillance et la syncope, ils sont considérablement diminués ou même interrompus momentanément.

§ 99. **Passage du sang dans les cavités du cœur.** — L'oreillette gauche, qui reçoit le sang venant des poumons, communique, comme nous l'avons vu, avec les veines pulmonaires, d'une part, et avec le ventricule gauche, de l'autre; lorsqu'elle se contracte, elle expulse de sa cavité la majeure partie du sang qui s'y trouvait, et il est évident que ce liquide doit tendre à s'échapper par ces deux voies : c'est en effet ce qui a lieu. Mais, comme le ventricule se dilate en même temps, c'est dans son intérieur que la presque totalité du sang pénètre, et très-peu retourne dans les veines pulmonaires.

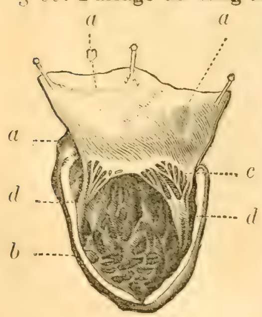


Fig. 33. Section du cœur (3).

(1) Συστολή, de συστέλλω, je resserre.

(2) De διαστέλλω, je dilate.

(3) *Fig. 33.* Section du cœur pour montrer la disposition des valvules qui séparent les oreillettes des ventricules : — *a* l'une des oreillettes ouverte et étendue ; — *b* cavité du ventricule dont les parois sont garnies d'un grand nombre de co-

Bientôt après, le ventricule gauche se contracte, à son tour, et chasse le sang qu'il vient de recevoir : or, il existe autour des bords de l'ouverture qui fait communiquer le ventricule avec l'oreillette placée au-dessus, un grand repli membraneux (*fig.* 33 *et* 34), disposé de manière à s'affaisser, lorsqu'il est poussé de haut en bas, et à se relever et à fermer l'ouverture, lorsqu'il est poussé en sens contraire (1) : il en résulte que, pendant la contraction du ventricule, le sang ne peut retourner dans l'oreillette, et qu'il est poussé dans l'artère aorte. Les contractions du ventricule se succédant rapidement, de nouvelles ondées de sang pénètrent à chaque instant dans ce vaisseau; le liquide contenu dans son intérieur doit, par conséquent, s'y mouvoir et couler du cœur vers l'extrémité capillaire du système artériel, car il existe aussi à l'entrée de l'artère aorte des *valvules* (3) disposées de façon à s'opposer à son reflux dans le cœur.

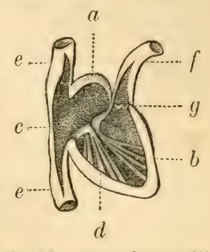


Fig. 34. *Section du cœur* (2).

§ 100. **Cours du sang dans les artères.** — D'après la nature des mouvements dont nous venons de parler, on pourrait croire que le

lonnes charnues disposées irrégulièrement, de façon à former des espèces de cellules; — *c* valvule dont le bord externe est fixé au pourtour de l'ouverture auriculo-ventriculaire, et dont le bord libre donne attache à un grand nombre de petits tendons (*d*) provenant de colonnes charnues fixées aux parois du ventricule par leur extrémité inférieure.

(1) Cette espèce de soupape a reçu le nom de *valvule mitrale,* à cause de la division de son bord libre en deux languettes. Le mécanisme au moyen duquel elle ferme l'ouverture auriculo-ventriculaire est très-simple; de petites cordes tendineuses, qui naissent de colonnes charnues fixées inférieurement aux parois du ventricule, s'insèrent à son bord libre et l'empêchent de se renverser dans l'oreillette, tandis qu'elles n'opposent aucun obstacle à son affaissement. (Voyez la *fig.* 34.)

(2) Figure théorique de l'intérieur du cœur pour montrer le mécanisme du jeu des valvules : — *a* oreillette recevant les veines (*e e*); — *b* ventricule séparé de l'oreillette par les valvules (*c*); — *d* freins charnus de ces valvules; — *f* artère naissant du ventricule; — *g* valvules situées à l'entrée de ce vaisseau.

(3) Ces valvules (voyez la *fig.* 34, *g*), au nombre de trois, sont formées par les replis de la membrane interne de l'artère, et sont nommées, à cause de leur forme, *valvules semi-lunaires;* leur disposition est analogue à celle des valvules des veines dont il sera question plus loin. Lorsque le sang est poussé du cœur dans l'artère, elles se relèvent et s'appliquent contre les parois de celle-ci; mais, lorsque le sang tend à rentrer dans le ventricule au moment où celui-ci cesse de se contracter, le poids du liquide les distend et les abaisse : elles ressemblent alors assez bien aux petits paniers dans lesquels on fait couver les pigeons; et comme elles se touchent par leur bord libre, elles ferment l'artère.

sang ne chemine dans les artères que par saccades, chaque fois que le ventricule gauche se contracte, et que, pendant la dilatation de cette cavité, il doit rester en repos. Il en est cependant tout autrement : si l'on ouvre un de ces vaisseaux sur un animal vivant, on voit le sang s'en échapper en formant un jet continu, qui devient plus fort au moment de la contraction du cœur, mais qui n'est pas interrompu lors du mouvement contraire. Cela dépend de l'action des parois des artères sur le cours du sang. Ces parois sont très-élastiques; lorsqu'une ondée de sang est projetée dans l'aorte par la contraction du ventricule, elles cèdent à la pression ainsi exercée, comme le ferait un ressort, mais elles tendent ensuite à revenir sur elles-mêmes, et à chasser le sang qui les distendait.

Pour démontrer l'influence des parois artérielles sur le cours du sang, il suffit de mettre à nu une grosse artère sur un animal vivant, et d'en intercepter une portion entre deux ligatures serrées avec force, puis de pratiquer une petite ouverture entre les deux points ainsi oblitérés. Le sang qui s'y trouve est complétement soustrait à l'influence des mouvements du cœur, et cependant il s'échappera encore de l'artère en formant un jet très-élevé et le vaisseau ne tardera pas à se vider par le seul effet du resserrement de ses parois. La portion de l'artère située au delà des ligatures diminue ainsi de calibre, et fait passer dans les veines la majeure partie du sang qui s'y trouvait.

C'est ainsi *par l'élasticité des artères* que *le mouvement intermittent imprimé au sang par les contractions du cœur se trouve transformé en un mouvement continu.* Dans les grosses artères, les saccades occasionnées par ses contractions se font encore sentir; mais dans les vaisseaux capillaires, et même dans les petites branches artérielles, on ne les aperçoit presque plus, et le sang n'y coule que par l'effet de la pression exercée par les parois élastiques des artères.

§ 101. On voit donc que les contractions du cœur servent à remplir continuellement les grosses artères, et, pour ainsi dire, à tendre le ressort représenté par les parois de ces vaisseaux, et destiné à pousser, d'une manière continue, ce liquide jusque dans les veines.

Ainsi les cavités gauches du cœur remplissent les fonctions d'une double pompe foulante (*fig.* 35) qui serait disposée de façon que les deux pistons alternassent dans leurs mouvements et que le liquide chassé du premier corps de pompe (*a*) s'introduisît dans le second (*b*) sans pouvoir revenir sur ses pas, et fût lancé par cette seconde pompe dans le conduit (*f*) représentant le système artériel.

§ 102. Le phénomène connu sous le nom de *pouls* n'est autre chose que le mouvement occasionné par la pression du sang sur les parois des artères, chaque fois que le cœur se contracte. D'après la fréquence et la force de ces mouvements, on peut juger de la manière dont cet organe bat et en tirer des inductions utiles pour la médecine. Mais le pouls ne se fait pas sentir partout; pour le distinguer il faut comprimer légèrement une artère d'un certain volume entre le doigt et un plan résistant, un os par exemple, et choisir aussi un vaisseau situé près de la peau, comme l'artère radiale au poignet (*fig.* 32).

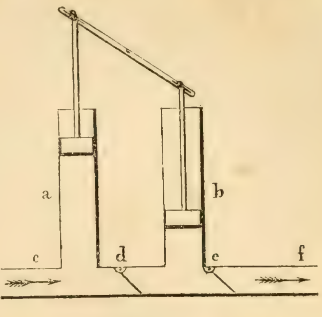


Fig. 35 (1).

§ 103. Bien que ce soit le même agent moteur qui fait couler le sang dans toutes les parties du système artériel, on observe cependant que ce liquide n'arrive pas à tous les organes avec la même vitesse. La distance qui les sépare du cœur est une des causes de ces différences, mais elle n'est pas la seule.

Tantôt ces vaisseaux marchent à peu près en ligne droite, tantôt ils forment des coudes plus ou moins nombreux; or, toutes les fois que la colonne de sang, mise en mouvement par les contractions du cœur, rencontre une de ces courbures, elle tend à redresser le vaisseau, et perd ainsi une partie de la force qui la faisait mouvoir : ce qui ralentit d'autant la rapidité de son cours.

On sait, d'après les lois de la physique, que, toutes choses égales d'ailleurs, la rapidité avec laquelle une quantité déterminée de liquide coule dans un système de canaux non capillaires, diminue toujours lorsque la capacité de ces conduits devient plus considérable; c'est de la sorte qu'une rivière ralentit son courant quand son lit s'élargit. Or, l'observation nous apprend que la capacité totale des divers rameaux d'une branche artérielle, ou des diverses branches d'un tronc, est toujours supérieure à celle des

(1) *a* Corps de pompe représentant l'oreillette et recevant le liquide par le canal (*c*); — *b* corps de pompe représentant le ventricule; — *d* canal de communication représentant l'orifice auriculo-ventriculaire et garni d'un clapet dont le jeu permet le passage du liquide de *a* en *b*, mais s'oppose à son retour; — *e* clapet situé à l'orifice opposé de la pompe *b*, représentant les valvules sigmoïdes de l'artère aorte, et fonctionnant comme le précédent; — *f* canal représentant l'aorte.

vaisseaux desquels ils naissent. Il en résulte que plus une artère se subdivise avant que de pénétrer dans la substance d'un organe, plus le sang doit arriver avec lenteur dans cette partie ; et, sous ce rapport, on observe dans l'économie animale des différences très-grandes : tantôt ces vaisseaux ne se distribuent aux organes qu'après s'être subdivisés un grand nombre de fois, et tantôt, au contraire, c'est le tronc artériel lui-même qui s'enfonce dans l'épaisseur de la partie où il doit se ramifier.

Ces dispositions, à l'aide desquelles l'impétuosité du cours du sang est modérée dans certains points de l'appareil circulatoire, se remarquent principalement dans les artères chargées de porter ce liquide à des organes dont la structure est la plus délicate et les fonctions les plus importantes, au cerveau par exemple.

Du reste, la nature, dans sa prévoyance éclairée, ne se borne pas à ces précautions pour assurer l'arrivée d'une quantité convenable de sang dans chacune des parties du corps. On conçoit facilement que, par la compression et par d'autres accidents, une artère peut se trouver oblitérée dans un point de sa longueur, et que, le sang ne pouvant alors arriver à l'organe où ce vaisseau se distribue, la mort de la partie en résulterait inévitablement ; mais c'est ce qui n'a pas lieu, car la plupart des artères ont entre elles des communications fréquentes, nommées *anastomoses*, au moyen desquelles ces vaisseaux peuvent recevoir du sang d'une artère voisine, lors même qu'ils ne communiquent plus directement avec le cœur.

§ 104. **Cours du sang veineux.** — Nous avons déjà vu que le sang passe des artères dans les veines en traversant les vaisseaux capillaires ; l'impulsion qui détermine la circulation de ce liquide dans les premiers de ces vaisseaux est encore la cause de son mouvement dans les veines : ainsi, dans tout le trajet de la grande circulation, ce sont les contractions du ventricule gauche du cœur et le resserrement des parois artérielles qui déterminent essentiellement le cours du sang.

En effet, si l'on interrompt le passage du sang dans une artère, et que l'on ouvre la veine correspondante, ce liquide continuera à s'écouler de ce dernier vaisseau, tant que l'artère, en se resserrant, n'aura pas expulsé tout le sang qui le distendait ; mais, aussitôt après, l'hémorrhagie cessera, bien que la veine soit encore remplie de sang, et la sortie du liquide recommencera dès que la circulation sera rétablie dans l'artère.

Mais il est aussi d'autres circonstances qui tendent à favoriser ce mouvement, et qui méritent d'être mentionnées. Ainsi, dans les veines des membres et de diverses autres parties du corps

(*fig.* 36, *a*), la membrane qui tapisse ces vaisseaux forme un grand nombre de replis ou *valvules* (*b*) qui laissent le passage libre lorsque le sang les pousse des extrémités vers le cœur, et le ferment, au contraire, lorsque ce liquide tend à revenir du cœur vers les extrémités. Or, cette disposition empêche par conséquent le sang de refluer vers les capillaires, et contribue aussi d'une manière active à faciliter son passage vers le cœur; car, chaque fois que, par les mouvements des parties voisines, la veine se trouve comprimée, le sang est poussé en avant, et, lorsque la compression cesse, il ne peut plus retourner en arrière, mais est remplacé par une nouvelle quantité de liquide venant de la partie inférieure de la veine. *Toute compression intermittente de ces vaisseaux contribue donc au retour du sang vers le cœur.*

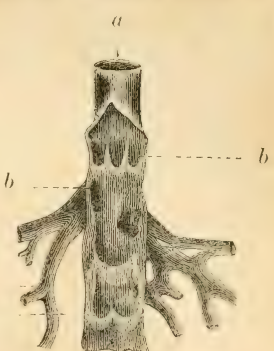


Fig. 36. *Veine ouverte.*

§ 105. La dilatation de la poitrine produite par les mouvements respiratoires, en aspirant ce liquide à la manière d'une pompe, facilite aussi l'arrivée du sang veineux dans les cavités du cœur (1).

Néanmoins, le sang coule beaucoup moins vite dans les veines que dans les artères, et la nature a multiplié les moyens propres à empêcher que l'obstruction d'un de ces vaisseaux n'arrêtât le retour de ce liquide vers le cœur. Effectivement, il existe en général plusieurs veines destinées à remplir les mêmes fonctions, et ces vaisseaux communiquent entre eux par des anastomoses nombreuses.

§ 106. Le passage du sang a travers les cavités du côté droit du cœur se fait de la même manière que de l'oreillette gauche dans le ventricule du même côté.

Lorsque l'oreillette droite se relâche, le sang y afflue des deux veines caves, et, lorsque cette cavité se contracte ensuite, la majeure partie de ce liquide passe dans le ventricule, car il existe

(1) Les mouvements d'expiration suspendent, au contraire, d'une manière momentanée, le cours du sang dans les grosses veines, et l'accélèrent dans les artères qui partent du cœur, et qui se trouvent alors comprimées.

C'est à ces deux phénomènes que l'on doit attribuer le gonflement des veines (surtout celles de la tête au cou), qui a lieu pendant une forte expiration. Dans l'intérieur du crâne, ce gonflement est si marqué, qu'à chaque mouvement respiratoire, les vaisseaux situés sous la base du cerveau soulèvent ce viscère et y produisent une espèce de pulsation.

sur le bord de l'ouverture de ces vaisseaux une valvule destinée à s'opposer au reflux du sang dans la veine cave inférieure, et par l'effet de la pesanteur ce liquide doit nécessairement tendre à tomber dans la cavité ventriculaire plutôt que de remonter dans la veine cave supérieure.

L'ouverture par laquelle le ventricule droit communique avec l'oreillette (*fig.* 34) est garnie d'une soupape (1) comme celle du ventricule gauche, et par ses contractions cette cavité pousse le sang dans l'artère pulmonaire, en soulevant d'autres valvules qui entourent l'entrée de ce vaisseau (*fig.* 34, *g*), et qui empêchent le liquide contenu dans son intérieur de rentrer dans le cœur.

Enfin le sang passe des artères pulmonaires dans les veines du même nom, en traversant les vaisseaux capillaires des poumons, et rentre dans l'oreillette gauche, de la même manière qu'il se meut dans les canaux de la grande circulation.

Cours du sang chez les divers animaux.

§ 107. **Mammifères et Oiseaux.** — La circulation du sang se fait de la même manière chez l'homme, chez tous les autres mammifères, et chez les oiseaux. Dans tous ces animaux (*fig.* 37) le cœur se compose de deux moitiés parfaitement distinctes et divisées chacune en deux cavités : une oreillette et un ventricule. Le sang artériel remplit les cavités gauches du cœur et passe du ventricule dans l'aorte et ses dépendances ; ce système d'artères le conduit dans toutes les parties du corps, où il traverse les vaisseaux capillaires et se transforme en sang veineux. Les veines de la grande circulation reçoivent alors ce liquide et le conduisent dans l'oreillette droite du cœur. Cette cavité verse ensuite le sang dans le ventricule droit, et ce ventricule le pousse dans l'artère pulmonaire. Le sang veineux arrive de la sorte aux poumons, et, en traversant les vaisseaux capillaires par lesquels les artères pulmonaires se terminent, il subit le contact de l'air et redevient sang artériel. Enfin le sang ainsi vivifié passe dans les veines pulmonaires, qui le versent dans l'oreillette gauche du cœur, et cette oreillette le pousse ensuite dans le ventricule gauche, d'où il sort de nouveau pour recommencer le trajet que nous venons d'indiquer.

On voit donc que, chez les mammifères et les oiseaux, le sang, en parcourant le cercle circulatoire, passe deux fois dans le cœur et traverse deux systèmes de vaisseaux capillaires, servant l'un à

(1) On la nomme *valvule tricuspide*, parce qu'elle est divisée en trois portions triangulaires ; sa disposition est analogue à celle de la valvule mitrale. (Voyez page 69.)

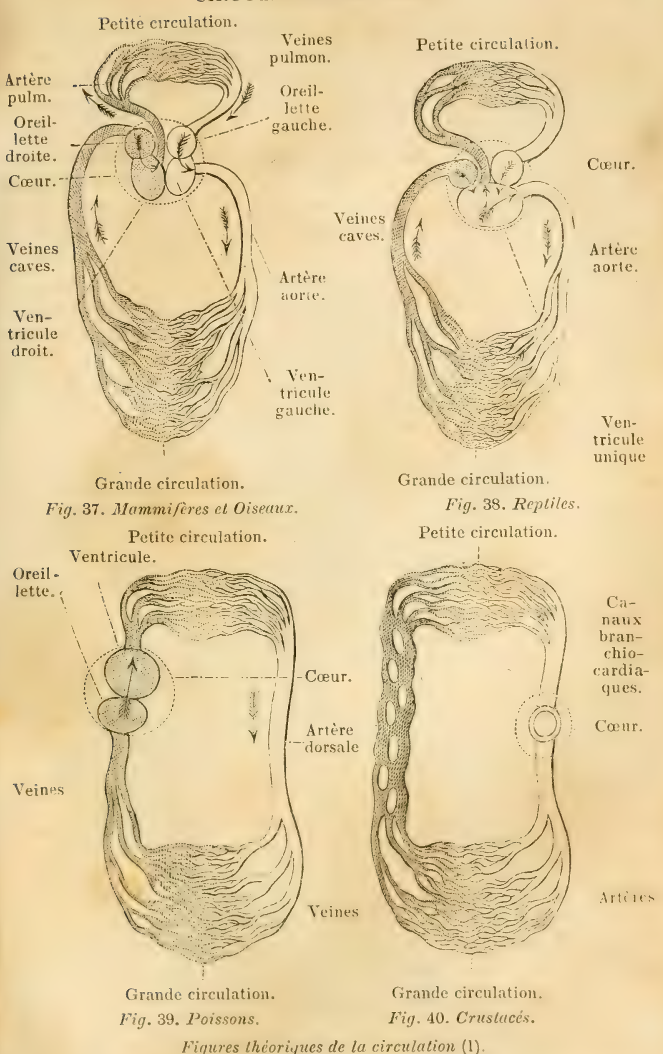


Fig. 37. *Mammifères et Oiseaux.*

Fig. 38. *Reptiles.*

Fig. 39. *Poissons.*

Fig. 40. *Crustacés.*

Figures théoriques de la circulation (1).

(1) Dans toutes ces figures, les parties ombrées indiquent les cavités où se trouve

la nutrition du corps, l'autre à la respiration ; c'est ce que l'on exprime en disant que chez ces animaux *la circulation est double.* Il est aussi à remarquer que dans ces deux classes d'animaux *la circulation est complète,* c'est-à-dire que la totalité du sang veineux est conduit à l'appareil respiratoire, et transformé en sang artériel, avant que de retourner aux organes qu'il est destiné à nourrir.

Avant la naissance, lorsque l'air ne distend pas encore les poumons, la circulation ne se fait pas de la même manière que pendant tout le reste de la vie. Il existe alors une ouverture qui fait communiquer l'oreillette droite avec l'oreillette gauche, et un ou plusieurs vaisseaux se rendent directement du ventricule droit à l'artère aorte, de façon que le sang, venant des diverses parties du corps, peut parvenir dans cette artère sans traverser le système pulmonaire. Mais, lorsque le jeune animal commence à respirer, ces communications entre le système veineux et artériel ne tardent pas à s'oblitérer, et la circulation se fait de la manière indiquée ci-dessus.

§ 108. **Reptiles.** — Dans la classe des reptiles la circulation n'est pas complète comme chez les mammifères et les oiseaux; une portion plus ou moins considérable de sang veineux se mêle au sang artériel avant que de se rendre aux poumons, et par conséquent le liquide nourricier qui traverse les organes n'est qu'imparfaitement revivifié. En général, ce mélange s'effectue dans le cœur, cet organe n'étant pourvu que de trois cavités, savoir : deux oreillettes et un seul ventricule (*fig.* 38) ; le sang veineux venant de diverses parties du corps est versé par l'oreillette droite dans le ventricule unique, qui reçoit aussi le sang artériel venant des poumons et contenu dans l'oreillette gauche ; une portion de ce mélange de sang artériel et de sang veineux retourne ensuite aux poumons, et le reste se rend, par les artères, aux organes qu'il est destiné à nourrir. Cette conformation de l'appareil circulatoire rappelle un peu ce qui existe chez les mammifères et les oiseaux avant la naissance, lorsque les deux moitiés du cœur communiquent entre elles.

Quant au trajet des vaisseaux sanguins, il ne diffère aussi que peu de ce que nous avons vu chez les mammifères. Il est seulement à noter qu'il part du cœur deux aortes qui, après avoir fourni chacune une crosse dirigée l'une à gauche, comme chez les mammifères, et l'autre à droite, se réunissent pour constituer un tronc unique (voyez *fig.* 41).

le sang veineux ; et les parties dessinées au trait, celles qui contiennent le sang artériel : le cœur est représenté par un cercle ponctué. Enfin les flèches indiquent la direction du courant sanguin, qui est la même dans toutes ces figures.

Chez quelques reptiles, les crocodiles, par exemple, la circulation se fait d'une manière un peu différente, comme nous le verrons en traitant spécialement de ces animaux.

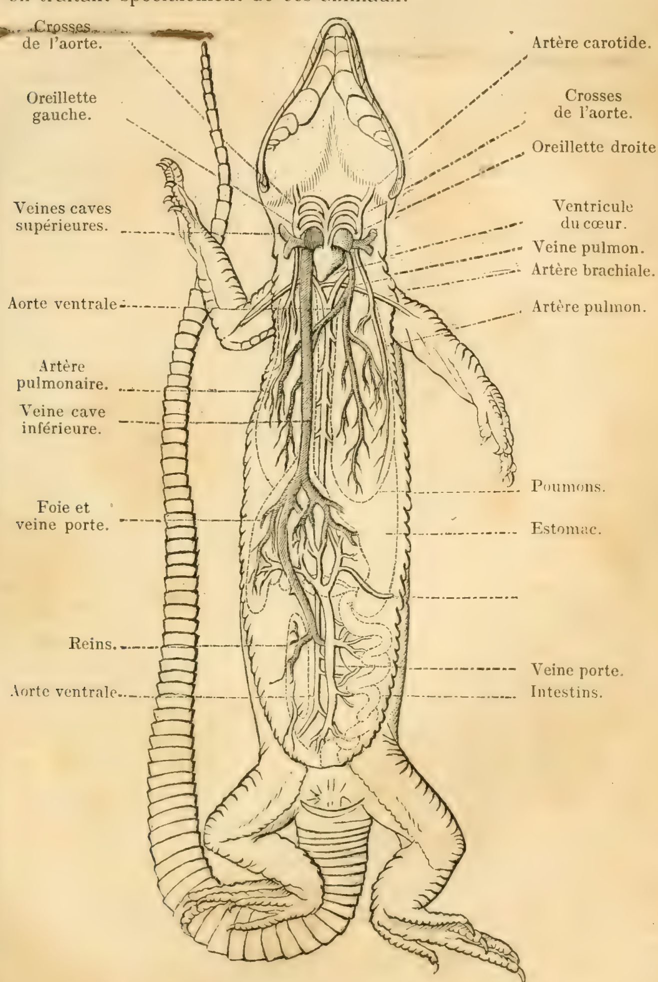


Fig. 41. Appareil circulatoire d'un Lézard.

§ 109. **Poissons.** — Chez les poissons l'appareil circulatoire se simplifie davantage. Le cœur ne présente que deux cavités, une oreillette et un ventricule, et ne reçoit que du sang veineux (*fig.* 39); par ses fonctions il correspond par conséquent à la moitié droite du cœur des animaux supérieurs. Le sang qui en part se rend à l'appareil respiratoire, et, après avoir subi l'influence vivifiante de l'air, passe directement dans les vaisseaux artériels destinés à le transporter dans toutes les parties du corps ; enfin ce liquide, après avoir servi à la nutrition des organes, revient par les veines dans l'oreillette du cœur, qui le verse dans le ventricule, d'où il s'échappe pour retourner de nouveau à l'appareil respiratoire (voyez *fig.* 42).

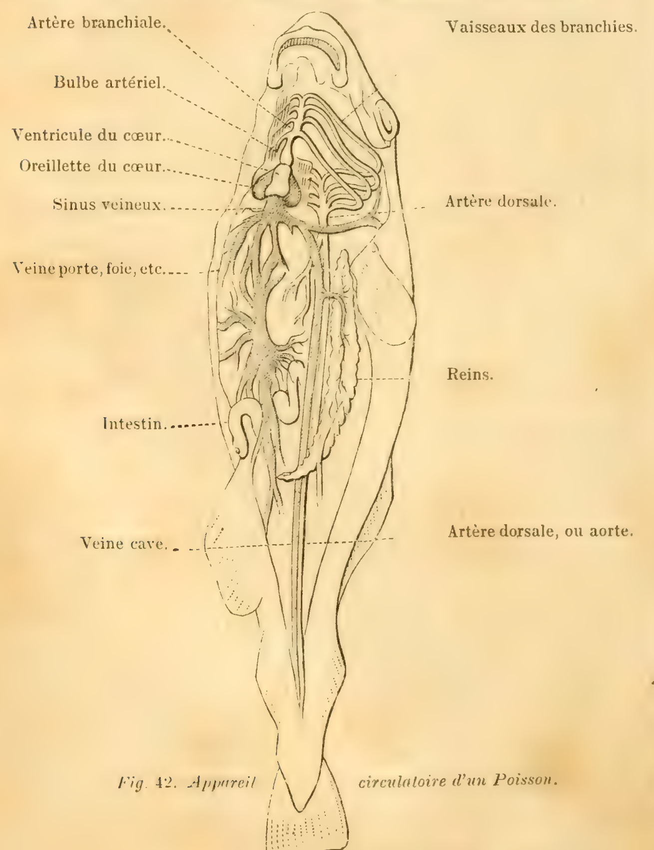


Fig. 42. *Appareil circulatoire d'un Poisson.*

On voit donc que chez les poissons le sang, en parcourant le cercle circulatoire, ne traverse qu'une seule fois le cœur, et cela à l'état veineux. Mais la circulation est encore double et complète, car ce liquide traverse deux systèmes de vaisseaux capillaires, et toute la masse du sang veineux se transforme en sang artériel avant que de retourner aux organes (voyez *fig.* 39, page 75).

§ 110. **Mollusques.** — Chez la plupart des mollusques la circulation se fait à peu près comme chez les poissons, avec cette différence cependant que le cœur est *aortique* au lieu d'être *pulmonaire*, c'est-à-dire se trouve sur le trajet du sang qui se rend de l'appareil respiratoire aux diverses parties du corps. Le cœur de ces animaux se compose ordinairement d'un ventricule (*fig.* 43, *a*), d'où naissent les artères (*b*), et d'une ou de deux oreillettes (*c*) en communication avec les vaisseaux (*d*) qui y apportent le sang artériel de l'appareil respiratoire (*e*), auquel ce liquide arrive directement par des veines plus ou moins complètes (*f*). C'est le cas pour les limaçons, les huîtres et tous les autres mollusques de la classe des gastéropodes et de la classe des acéphales; mais quelquefois il n'existe pas d'oreillettes, et on trouve des espèces de cœurs veineux tout à fait distincts du ventricule aortique et situés à la base des organes de la respiration; c'est le cas des poulpes, des seiches et des autres céphalopodes. Quoi qu'il en soit, chez tous ces animaux le sang artériel traverse le cœur, puis se rend dans toutes les parties du corps, se dirige ensuite vers l'appareil de la respiration, et, après avoir subi l'influence de l'air, retourne de nouveau au cœur pour recommencer le même trajet (1).

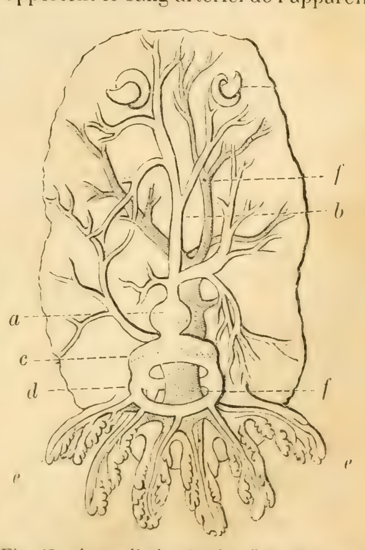


Fig. 43. *Appareil circulatoire d'un Mollusque* (le Doris).

(1) Chez les mollusques, la circulation se fait par conséquent de la même manière que chez les crustacés (voyez *fig.* 40); si ce n'est qu'il existe des veines semblables à celles des animaux supérieurs.

§ 111. **Crustacés**. — Dans les écrevisses, les crabes et les autres animaux de la classe des crustacés, le sang suit la même marche que chez les mollusques; seulement le cœur, destiné à le distribuer dans toutes les parties du corps, ne se compose que d'un ventricule (*fig.* 40), et les veines sont remplacées par une des cavités irrégulières qui n'affectent pas la forme des vaisseaux, et qui constituent dans diverses parties du corps des espèces de réservoirs nommés *sinus veineux* (voyez *fig.* 44).

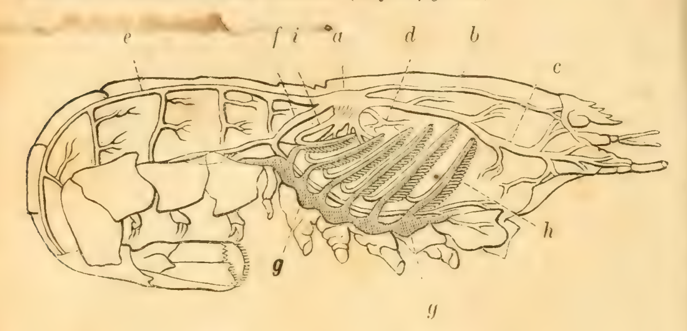


Fig. 44. *Appareil circulatoire du Homard* (1).

§ 112. **Vers**. — Les vers de la classe des Annélides ont aussi une circulation et un appareil vasculaire bien distincts; mais, en général, il n'existe pas de cœur proprement dit, et le liquide nourricier n'est mis en mouvement que par les contractions des principaux vaisseaux. Aussi le cours du sang est-il bien moins régulier que chez les divers animaux dont nous venons de parler, et souvent la direction du courant n'est pas constante.

§ 113. **Insectes**. — Dans les insectes, le sang n'est plus renfermé dans un système de vaisseaux particuliers; il n'existe ni artères ni veines, et le fluide nourricier est répandu dans les interstices qui existent entre les divers organes; mais cependant il est encore animé d'un mouvement circulatoire, et l'agent principal de cette circulation vague et incomplète est un vaisseau dorsal situé sur la ligne médiane du corps, au-dessus du tube digestif (*fig.* 45).

(1) *a* Le cœur; — *b* l'artère ophthalmique; — *c* l'artère antennaire; — *d* l'artère hépatique; — *e* l'artère abdominale supérieure; — *f* l'artère sternale; — *g g* sinus veineux recevant le sang qui arrive des diverses parties du corps et l'envoyant à l'appareil respiratoire (les branchies, *h*), d'où il retourne au cœur par les vaisseaux branchio-cardiaques (*i*).

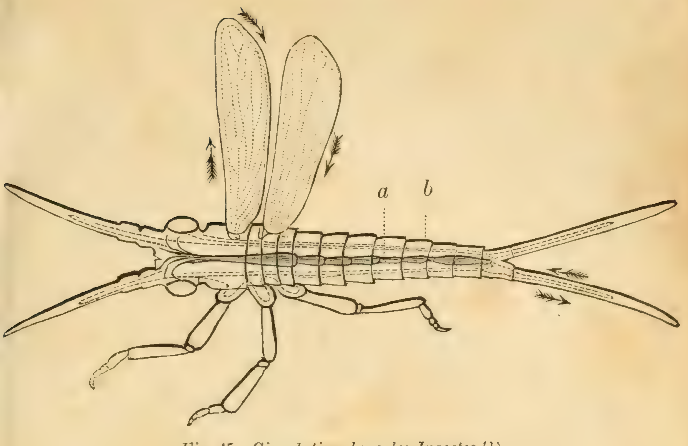


Fig. 45. *Circulation dans les Insectes* (1).

§ 114. **Zoophytes**. — Enfin, il existe aussi une espèce de circulation encore plus imparfaite chez divers zoophytes, tels que certains polypes, où le liquide nourricier, répandu dans la grande cavité dont le corps de ces animaux est creusé, s'y meut avec assez de rapidité, sans que l'on puisse découvrir la cause de son mouvement.

§ 115. Telles sont les principales modifications que l'on remarque dans la manière dont s'effectue la circulation du fluide nourricier chez les divers animaux. Étudions maintenant les phénomènes qui s'accomplissent pendant qu'il parcourt ainsi le système vasculaire.

DE LA RESPIRATION.

§ 116. Nous avons vu que le sang artériel, par son action sur les tissus vivants, perd les qualités qui le rendaient propre à l'entretien de la vie, et qu'après avoir été modifié de la sorte, ce liquide reprend, au contact de l'air, ses propriétés premières : ce contact est donc nécessaire à l'existence des êtres vivants. Et en effet, si on place un animal sous la cloche d'une machine pneumatique dans laquelle on fait le vide, ou bien qu'on le prive d'air par tout autre moyen, il survient un trouble très-grand dans les

(1) Les flèches indiquent la direction des courants. — *a* vaisseau dorsal dans lequel le sang se dirige d'arrière en avant; — *b* principaux courants latéraux.

diverses fonctions ; bientôt après, l'action de tous les organes s'interrompt, la vie cesse de se manifester, et l'animal tombe dans un état d'*asphyxie* ou de mort apparente ; enfin, la vie s'éteint complétement et ne peut plus être rappelée.

Ce phénomène est l'un des plus généraux de la nature organique; l'influence de l'air est indispensable à tous les animaux, comme elle l'est à tous les végétaux ; et, lorsqu'un être vivant en est privé pendant un certain temps, il meurt toujours. Partout où il y a vie, l'air paraît être nécessaire.

Au premier abord, on pourrait croire que les animaux qui vivent toujours au fond de l'eau, comme les poissons, sont soustraits à l'influence de l'air, et font, par conséquent, exception à la loi dont nous venons de parler; mais il n'en est pas ainsi, car le liquide dans lequel ils sont plongés absorbe et tient en dissolution une certaine quantité d'air qu'ils peuvent facilement séparer, et qui suffit pour l'entretien de leur vie ; il leur est impossible d'exister dans de l'eau purgée d'air, et on les voit s'y asphyxier et mourir, comme périraient des mammifères ou des oiseaux que l'on soustrairait à l'action de l'air atmosphérique sous sa forme ordinaire.

Les rapports de l'air avec les êtres organiques forment une des parties les plus importantes de leur histoire physiologique, et la série des phénomènes qui en résultent constitue l'acte de la RESPIRATION.

§ 117. L'air, disons-nous, est nécessaire a la vie de tous les animaux ; mais ce fluide n'est pas un corps homogène ; la chimie y a démontré l'existence de principes très-différents, et qui, par conséquent, peuvent ne pas jouer le même rôle dans le phénomène de la respiration. En effet, outre la vapeur d'eau dont l'atmosphère est toujours plus ou moins chargée, l'air fournit, par l'analyse, vingt et un centièmes d'*oxygène* et soixante-dix-neuf centièmes d'*azote*, ainsi que des traces de *gaz acide carbonique*. La première question qui se présente à l'esprit, lorsqu'on aborde l'étude de la respiration, est donc de savoir si ces gaz différents agissent de la même manière sur les animaux, ou bien si c'est à l'un d'eux qu'appartient plus spécialement la propriété d'entretenir la vie.

Pour la résoudre, il suffit d'un petit nombre d'expériences. Si l'on place un animal vivant dans un vase rempli d'air, et que l'on intercepte toute communication de ce fluide avec l'atmosphère, on voit qu'au bout d'un temps plus ou moins long cet animal s'y asphyxie et périt ; l'air qui l'entoure a donc perdu la faculté d'entretenir la vie, et, si on en fait alors l'analyse chimique, on s'aperçoit qu'il a perdu en même temps la majeure partie de son oxygène. Si on place ensuite un autre animal dans un vase rempli de gaz

azote, on le voit périr promptement; tandis que si l'on enferme un troisième animal dans de l'oxygène, il y respire avec plus d'activité que dans l'air, et ne présente aucun symptôme d'asphyxie.

Il est donc évident que *c'est à la présence de l'oxygène que l'air atmosphérique doit ses propriétés vivifiantes.*

La découverte de ce fait important ne date que de la fin du siècle dernier (1777), et elle est due à un des chimistes français les plus célèbres, Lavoisier, qui, malgré ses titres nombreux à la reconnaissance publique, périt sur l'échafaud, victime de la tourmente révolutionnaire.

§ 118. Par l'acte de la respiration, disons-nous, tous les animaux enlèvent à l'air qui les entoure une certaine quantité d'oxygène; mais les changements qu'ils déterminent ainsi dans la composition de ce fluide ne se bornent pas là; l'oxygène qui disparaît est remplacé par un gaz nouveau, de l'acide carbonique, qui, loin d'être comme le premier propre à l'entretien de la vie, fait périr les animaux qui le respirent en quantités un peu considérables. La production de cette substance est un acte non moins général parmi les animaux que l'absorption de l'oxygène; et c'est dans ces deux phénomènes que consiste essentiellement le travail *respiratoire.*

§ 119. Quant à l'azote de l'air respiré, son volume ne change que peu; et l'usage principal de ce gaz paraît être d'affaiblir l'action de l'oxygène, qui, à l'état du pureté, excite trop fortement les animaux et produit chez eux une espèce de fièvre.

On a remarqué, cependant, que, dans quelques cas, une partie de l'azote de l'air disparaît pendant la respiration, et que d'autres fois son volume augmente. Il paraît même que les animaux en absorbent et en exhalent continuellement, comme ils exhalent et absorbent les liquides renfermés dans la cavité du péricarde, du péritoine, etc., et que les variations que nous venons de signaler dépendent de ce que ces deux fonctions opposées se font en général équilibre, de manière que leur résultat n'est pas apparent, mais que l'absorption de l'azote est quelquefois plus active que son exhalation, tandis que d'autres fois la quantité de ce gaz exhalée excède celle qui est absorbée : d'où résulte tantôt une diminution, tantôt une augmentation dans son volume, lorsqu'on le compare avant et après qu'il a servi à la respiration.

§ 120. Enfin, il s'échappe aussi du corps, avec les produits de la respiration, une quantité plus ou moins considérable de vapeur d'eau; cette exhalation, qui a reçu le nom de *transpiration pulmonaire*, est même un des phénomènes les plus apparents de la respiration, lorsque, par l'action réfrigérante de l'air ambiant, ces

vapeurs se condensent à la sortie du corps et forment un nuage plus ou moins épais.

§ 121. Pendant que l'air respiré éprouve les changements que nous venons d'indiquer, le sang, qui parcourt les membranes en contact avec ce fluide, éprouve également des modifications importantes; il redevient propre à entretenir la vie, et passe d'un rouge noirâtre à un rouge vif et éclatant. Pour bien observer ce fait, on n'a qu'à ouvrir une artère sur un animal vivant, et à comprimer en même temps son cou, de façon à empêcher l'air de pénétrer dans ses poumons; le sang qui s'écoulera de l'artère sera d'abord d'un rouge vif, mais ne tardera pas à devenir noirâtre et semblable à du sang veineux. Si alors on permet de nouveau l'accès de l'air dans les poumons, on voit ce liquide changer encore de couleur et reprendre la teinte propre au sang artériel.

§ 122. **Théorie de la respiration.** — Tels sont les principaux phénomènes de la respiration des animaux. Cherchons maintenant à nous en rendre compte, à en trouver l'explication.

Et d'abord, que devient l'oxygène qui disparaît, et quelle est l'origine de l'acide carbonique produit pendant l'exercice de cette fonction?

Lorsqu'on fait brûler du charbon dans un vase rempli d'air, on voit que l'oxygène disparaît et est remplacé par un volume égal de gaz acide carbonique; il se fait en même temps un dégagement considérable de chaleur. Or, pendant la respiration, les mêmes phénomènes ont lieu, et on observe toujours un rapport remarquable entre la quantité d'oxygène employée par l'animal et celle de l'acide carbonique qu'il produit; dans les circonstances ordinaires, le volume de ce dernier n'est que de peu au-dessous de celui du premier, et les animaux, comme nous le verrons par la suite, dégagent tous plus ou moins de chaleur.

Il existe donc la plus grande analogie entre les principaux phénomènes de la respiration et ceux de la combustion du charbon, et cette parité dans les résultats a fait penser que la cause des uns et des autres devait être la même. On a donc supposé que l'oxygène de l'air inspiré se combinait dans l'intérieur de l'organe de la respiration avec du carbone provenant du sang, et que, de cette espèce de combustion, naissait l'acide carbonique dont l'expulsion est en quelque sorte le complément de l'acte respiratoire.

Mais cette théorie, proposée par le célèbre Lavoisier, et adoptée jusqu'en ces dernières années par la plupart des physiologistes, ne s'accorde pas avec les résultats de l'expérience et, par conséquent, doit être abandonnée, car on sait aujourd'hui que la consommation

de l'oxygène par la respiration n'est pas liée immédiatement à la production de l'acide carbonique ; ce dernier gaz existe tout formé dans le sang veineux, et vient simplement s'exhaler à la surface de l'organe respiratoire pendant que l'oxygène de l'air absorbé par cette même surface va se dissoudre dans le liquide nourricier et donne à celui-ci les qualités caractéristiques du sang artériel

§ 123. Pour prouver que l'acide carbonique n'est pas le produit de la combinaison directe de l'oxygène inspiré avec le carbone du sang qui traverse l'organe respiratoire, il suffit d'une expérience très-simple, faite il y a quelques années par M. William Edwards. Placez dans un vase rempli d'azote, ou de quelque autre gaz qui ne contient pas d'oxygène, un animal susceptible de résister pendant assez long-temps à l'asphyxie, une grenouille, par exemple; puis faites l'analyse du gaz : vous trouverez que l'animal, ainsi privé d'oxygène, aura continué néanmoins à donner de l'acide carbonique comme s'il avait respiré dans l'air. Or, dans ce cas, il est impossible d'attribuer la formation de l'acide carbonique à la combustion directe admise par Lavoisier, car cette combustion aurait nécessairement cessé aussitôt que l'air respiré ne contenait plus d'oxygène ; le dégagement de l'acide carbonique se continuant, il faut que ce gaz existe déjà tout formé dans le corps de l'animal, et soit simplement exhalé par l'organe respiratoire.

§ 124. En effet, c'est le sang qui est la source de l'acide carbonique dégagé pendant l'acte de la respiration, et on a constaté récemment qu'il existe toujours, en dissolution dans le liquide nourricier, une certaine quantité de ce gaz, ainsi qu'un peu d'oxygène et d'azote. Les recherches d'un chimiste de Berlin, M. Magnus, ont fait voir aussi que le sang possède la propriété de dissoudre une certaine quantité de tous les gaz avec lesquels il se trouve en contact; mais que toutes les fois que ce liquide, étant déjà chargé d'un gaz, vient à en absorber un autre, il ne le fait qu'en abandonnant une certaine quantité du premier, lequel semble céder la place au second. Ainsi, lorsqu'on agite du sang veineux avec de l'hydrogène, une portion de ce gaz est dissoute, et une quantité correspondante de l'acide carbonique déjà existant dans le liquide est dégagée. Lorsque, au lieu de se servir d'hydrogène comme dans l'expérience précédente, on emploie de l'oxygène, on obtient un résultat analogue ; le sang veineux dissout une certaine quantité de ce gaz, abandonne une quantité à peu près équivalente de son acide carbonique, et par l'effet de cette substitution change de teinte, passe du rouge-sombre au rouge-vermeil et devient semblable à du sang artériel.

§ 125. On voit que, dans cette expérience, tous les principaux

phénomènes de la respiration se reproduisent indépendamment de l'influence de la vie et par le seul effet de la propriété que possède le sang de dissoudre alternativement les divers gaz avec lesquels il est en contact. Il est donc à présumer que les choses se passent de la même manière dans l'intérieur du corps des animaux vivants, et que la respiration ne consiste que dans l'absorption de l'oxygène et des autres matières que l'atmosphère peut nous fournir, absorption qui détermine à son tour le dégagement et l'exhalation de l'acide carbonique et des autres gaz dont le sang se trouve préalablement chargé.

Nous savons, d'ailleurs, que l'interposition d'une membrane analogue à celle qui forme les parois des vaisseaux respiratoires dans lesquels le sang circule, n'est pas un obstacle au passage du gaz : si l'on place du sang veineux dans une vessie bien fermée, et qu'on expose celle-ci à l'action de l'oxygène, on observera les mêmes phénomènes que si l'on mettait ces deux fluides en contact immédiat ; l'oxygène se dissoudra en partie dans le sang, et sera remplacé par l'acide carbonique expulsé de ce liquide, dont la couleur passera en même temps du rouge-brun au rouge-vermeil. Nous avons déjà vu que les organes respiratoires sont conformés de la manière la plus favorable à l'absorption, et on sait, par des expériences nombreuses, que toutes les substances volatiles introduites dans le torrent de la circulation sont, de même que l'acide carbonique, expulsées peu à peu du corps par l'exhalation dont ces organes sont le siége.

§ 126. D'après cet ensemble de faits, on peut se former une idée nette de ce qui se passe dans l'acte de la respiration.

Le sang veineux qui arrive de toutes les parties du corps tient en dissolution de l'acide carbonique en quantité assez considérable, un peu d'azote et quelques traces d'oxygène. En traversant l'organe respiratoire, ce liquide arrive en contact avec l'air et en dissout une portion; de l'oxygène et une certaine quantité d'azote sont ainsi absorbés, et ces fluides, en se dissolvant dans le sang, en chassent une quantité correspondante des gaz qui s'y trouvaient déjà, et qui consistent principalement en acide carbonique mêlé à un peu d'azote; il en résulte donc un dégagement d'acide carbonique (1) et d'azote en même temps qu'il y a absorption d'oxygène

(1) Il est essentiel de noter que la quantité d'acide carbonique contenue dans le sang veineux, quoique médiocre, suffit pour rendre compte de toute la quantité de ce gaz dégagée pendant la respiration ; ainsi chez l'homme, ce liquide en contient au moins 1/5 de son volume ; et comme la quantité de sang qui traverse les poumons en une minute peut être évaluée à environ 250 pouces cubes, il doit y passer pendant ce même espace de temps environ 50 pouces cubes de gaz acide

et d'azote, et cela dans des proportions telles, que l'acide carbonique exhalé égale presque en volume l'oxygène absorbé, et que l'azote pareillement exhalé remplace souvent exactement la quantité d'azote absorbée ou bien n'en diffère que peu, soit en plus, soit en moins; enfin une portion de l'eau contenue dans le sang s'exhale aussi sous la forme de vapeur, et constitue la transpiration pulmonaire. Ainsi, le sang perd de l'acide carbonique, de l'azote et de l'eau, tandis qu'il se charge d'oxygène et d'azote; aussi s'est-on assuré que le sang artériel tient en dissolution une proportion beaucoup plus considérable d'oxygène que le sang veineux, et c'est à la présence de cet oxygène que ce liquide doit ses propriétés vivifiantes et sa couleur vermeille. *La respiration consiste donc essentiellement dans un phénomène d'absorption et d'exhalation, par suite duquel le sang, venant en contact avec l'air atmosphérique, se débarrasse de son acide carbonique et se charge d'oxygène.*

Quant à la source de l'acide carbonique contenu dans le sang, on ne sait rien de positif; mais il y a quelque lieu de croire que ce gaz est un des produits du travail nutritif, et se forme dans toutes les parties du corps là où le liquide nourricier agit sur les tissus vivants, pour y entretenir la vie et se transformer de sang artériel en sang veineux.

§ 127. **Activité de la respiration.** — Nous avons vu que la respiration est indispensable à l'entretien de la vie de tous les êtres, mais le degré d'activité de cette fonction varie beaucoup dans les différents animaux.

Les oiseaux sont, de tous les êtres animés, ceux dont la respiration est la plus active; dans un temps donné, ils consomment plus d'air que tous les autres animaux, et ils succombent aussi à l'asphyxie avec plus de rapidité.

Les mammifères ont également une respiration très-active, et on a fait un grand nombre d'expériences pour apprécier la quantité d'oxygène que l'un d'eux, l'homme, emploie de la sorte dans un temps donné. Cette quantité varie suivant les individus, les âges et diverses autres circonstances; mais elle paraît être, terme moyen, d'environ sept cent cinquante litres ou décimètres cubes par jour. Or, l'oxygène ne forme que les vingt et un centièmes (en volume) de l'air atmosphérique; il s'ensuit donc que l'homme consomme, pendant cet espace de temps, au moins trois mille cinq cents litres ou décimètres cubes de ce dernier fluide.

carbonique; or, la quantité de ce gaz, dégagée par la respiration pendant ce même laps de temps, ne dépasserait pas, même d'après l'évaluation la plus élevée, 27 pouces cubes.

Les animaux des classes inf rieures ont, en général, une respiration bien plus bornée, surtout ceux qui vivent dans l'eau.

Mais néanmoins, si on réfléchit à la consommation énorme d'oxygène que tous ces êtres doivent faire chaque jour, on voit que l'atmosphère en serait dépouillée à la longue et que tous les animaux périraient asphyxiés, si la nature n'employait des moyens puissants pour renouveler sans cesse la quantité de ce gaz répandu autour de la surface du globe.

C'est en effet ce qui a lieu; et une chose digne de remarque, c'est que ce moyen est précisément un phénomène du même ordre que celui dont il est destiné à contrebalancer les effets : c'est la *respiration des plantes*.

Les végétaux absorbent l'acide carbonique répandu dans l'atmosphère, et sous l'influence de la lumière solaire ils en extraient le carbone et mettent l'oxygène à nu. Ainsi, c'est le règne végétal qui donne aux animaux l'oxygène qui leur est nécessaire, et c'est la respiration des animaux qui fournit sans cesse aux végétaux l'acide carbonique indispensable à leur accroissement.

On voit donc que c'est en grande partie du rapport qui existe entre les animaux et les végétaux que dépend la nature de l'atmosphère, et qu'à son tour c'est la composition de l'air qui doit régler en quelque sorte le nombre relatif de ces êtres (1).

§ 128. Il existe toujours un rapport remarquable entre la quantité d'air consommé par chaque animal, dans un temps déterminé, et la vivacité de ses mouvements. Les animaux dont les mouvements sont lents et rares ont, toutes choses égales d'ailleurs, une respiration bien moins étendue que ceux qui se meuvent avec rapidité et ne restent que peu de temps en repos. Les grenouilles ou les crapauds, par exemple, consomment moins d'air que certains papillons, bien que leur corps soit d'un volume bien plus considérable que celui de ces insectes; mais ces reptiles ne se meuvent que peu et lentement, tandis que les papillons exécutent sans cesse les mouvements les plus vifs.

§ 129. L'activité de la respiration varie aussi chez le même animal, suivant les circonstances où il est placé; et on peut établir, en thèse générale, que tout ce qui tend à diminuer l'énergie du mouvement vital détermine une diminution, soit dans l'absorption de

(1) D'après cela, on pourrait croire que dans les villes, où un grand nombre d'hommes vivent réunis et où il existe très peu de plantes, l'atmosphère doit être moins riche en oxygène que dans les campagnes; mais ce serait une erreur. L'analyse chimique montre que l'air a partout la même composition, et cette uniformité doit être attribuée aux courants dont l'atmosphère est continuellement agitée.

l'oxygène, soit dans la proportion relative de l'acide carbonique exhalé, tandis que, d'un autre côté, tout ce qui augmente la force de l'animal produit un changement correspondant dans l'étendue de la respiration.

Ainsi, chez les jeunes animaux, ce travail est moins actif que chez ces mêmes êtres à l'âge adulte. Pendant le sommeil, l'étendue de la respiration est également diminuée. La fatigue, l'abstinence, l'abus des liqueurs spiritueuses, produisent le même effet. Un exercice modéré et l'alimentation activent au contraire cette fonction.

Jusqu'ici nous nous sommes occupés seulement des phénomènes de la respiration, considérés en eux-mêmes, et sans avoir égard aux organes qui en sont le siége. Voyons maintenant quels sont les instruments destinés à cette fonction importante, et voyons aussi comment ils sont modifiés dans les divers animaux.

Appareil de la respiration.

§ 130. Dans les animaux dont l'organisation est la plus simple, la respiration n'est l'apanage d'aucun appareil spécial, mais s'effectue dans toutes les parties qui sont en contact avec l'élément dans lequel ces êtres vivent et puisent l'oxygène nécessaire à leur existence.

L'enveloppe générale du corps, ou la *peau*, est aussi le siége d'une respiration plus ou moins active chez la plupart des animaux des classes les plus élevées, et notamment chez l'homme; mais, chez tous ces êtres, une partie déterminée de la membrane tégumentaire est plus spécialement destinée à agir sur l'air, et se modifie dans sa structure de manière à mieux remplir cette fonction.

La partie ainsi modifiée, pour agir sur l'air, présente une texture molle, spongieuse et fine; elle reçoit une grande quantité de sang, et elle est toujours disposée de manière à offrir, sous un volume comparativement petit, une surface d'autant plus étendue que la respiration doit être plus active. On peut établir aussi, en thèse générale, que cet organe sera un instrument d'autant plus puissant que son organisation s'éloignera davantage de celle de l'enveloppe générale du corps, et que (toutes choses égales d'ailleurs) la respiration qui a lieu par la peau sera d'autant moins active que celle dont ces organes spéciaux sont le siége sera au contraire plus étendue.

§ 131. Du reste, la structure des organes respiratoires varie suivant qu'ils sont destinés à être en contact avec l'air à l'état de gaz, ou à agir sur de l'eau tenant en dissolution une certaine quantité de ce fluide.

En effet, chez tous les animaux qui vivent plongés dans l'eau et qui respirent par l'intermédiaire de ce liquide, les instruments spéciaux de la respiration sont saillants, et portent le nom de *branchies;* tandis que, chez les animaux à respiration aérienne, il n'y a pas de branchies, mais bien des cavités intérieures qui servent aux mêmes usages, et que l'on appelle des *poumons* ou des *trachées*.

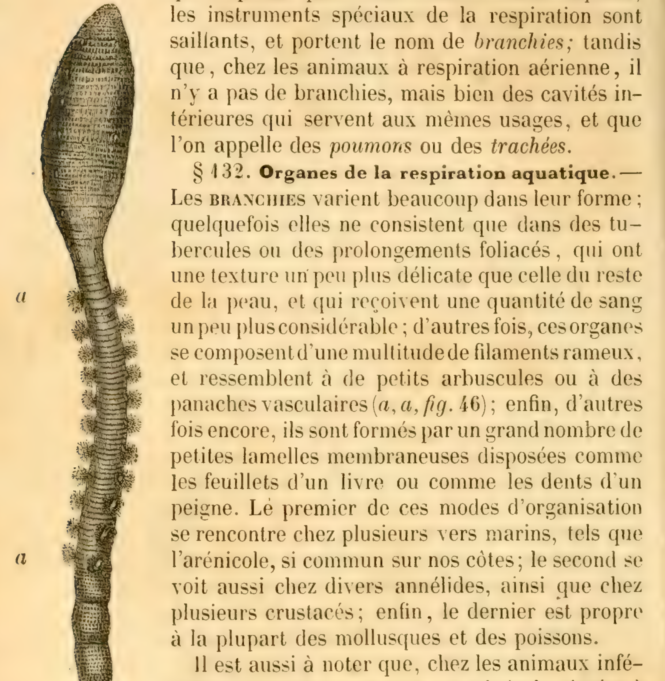


Fig. 46.
L'Arénicole.

§ 132. **Organes de la respiration aquatique.** — Les BRANCHIES varient beaucoup dans leur forme ; quelquefois elles ne consistent que dans des tubercules ou des prolongements foliacés, qui ont une texture un peu plus délicate que celle du reste de la peau, et qui reçoivent une quantité de sang un peu plus considérable ; d'autres fois, ces organes se composent d'une multitude de filaments rameux, et ressemblent à de petits arbuscules ou à des panaches vasculaires (*a*, *a*, *fig*. 46) ; enfin, d'autres fois encore, ils sont formés par un grand nombre de petites lamelles membraneuses disposées comme les feuillets d'un livre ou comme les dents d'un peigne. Le premier de ces modes d'organisation se rencontre chez plusieurs vers marins, tels que l'arénicole, si commun sur nos côtes ; le second se voit aussi chez divers annélides, ainsi que chez plusieurs crustacés ; enfin, le dernier est propre à la plupart des mollusques et des poissons.

Il est aussi à noter que, chez les animaux inférieurs, les branchies sont, en général, situées à l'extérieur, de façon à flotter librement dans l'eau ambiante, tandis que chez les animaux plus élevés dans la série zoologique, tels que la plupart des mollusques et tous les poissons, ces organes sont logés dans une cavité qui sert à les protéger, et qui est disposée de telle sorte, que l'eau peut facilement se renouveler dans son intérieur.

§ 133. **Organes de respiration aérienne.** — Les cavités intérieures qui servent à la respiration aérienne affectent tantôt la forme de trachées, tantôt celle de poumons.

Les TRACHÉES sont des vaisseaux qui communiquent avec l'extérieur par des ouvertures nommées *stigmates* et se ramifient dans la profondeur des divers organes. Ils y portent ainsi l'air, et c'est,

par conséquent, dans toutes les parties du corps que s'effectue la respiration. Ce mode de structure est particulier aux insectes et à quelques arachnides.



Fig. 47. Appareil respiratoire d'un Insecte (la Nèpe) (1).

§ 134. Les poumons sont des poches plus ou moins subdivisées en cellules qui reçoivent également l'air dans leur intérieur et dont

(1) *a* Tête; — *b* base des pattes de la première paire; — *c* premier anneau du thorax; — *d* base des ailes; — *e* base des pattes de la deuxième paire; — *f* stigmates; — *g* trachées; — *h* vésicules aériennes.

les parois sont traversées par les vaisseaux contenant le sang qui doit être soumis à l'influence vivifiante de l'oxygène.

Il existe des poumons (mais dans un état de simplicité extrême) chez la plupart des araignées, et chez quelques mollusques, tels que les limaces. Les reptiles, les oiseaux et les mammifères en sont également pourvus.

§ 135. Dans l'homme (de même que dans tous les autres mammifères), les poumons sont logés dans une cavité nommée *thorax*, qui occupe la partie supérieure du tronc (*fig.* 3, p. 29). Ces organes sont, pour ainsi dire, suspendus dans cette cavité, et sont enveloppés par une membrane mince et très-unie qui tapisse également les parois du thorax et qui est appelée *plèvre* (2). Ils sont au nombre de deux, placés de chaque côté du corps, et ils communiquent au dehors, à l'aide d'un tube, la *trachée-artère* (*b*, *fig.* 48), qui monte le long de la partie antérieure du cou et vient s'ouvrir dans l'arrière-bouche.

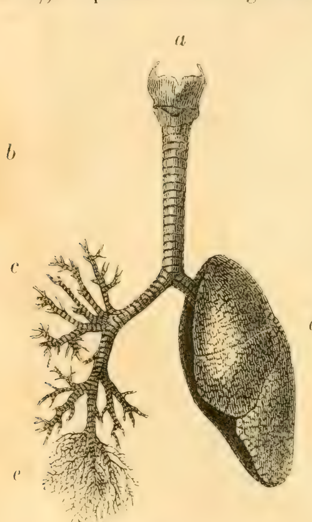


Fig. 48. *Poumons et trachée de l'homme* (1).

Ce conduit est formé par une série de petites bandes cartilagineuses placées en travers et affectant la forme d'anneaux incomplets postérieurement ; à l'intérieur, il est tapissé par une membrane muqueuse qui est de la même nature que celle de la bouche et qui se continue avec elle (3). Enfin, à sa partie inférieure, la trachée-artère se divise

(1) L'un des poumons est resté intact (*d*), mais, de l'autre côté, on en a détruit la substance pour mettre à nu les ramifications des bronches (*e*).

a Larynx et extrémité supérieure de la trachée-artère ; — *b* trachée ; — *c* division des bronches ; — *e* ramuscules bronchiques ; — *d* l'un des poumons.

(2) La disposition de la *plèvre* est analogue à celle des autres membranes séreuses dont il a été question (page 63).

(3) Il est à noter que la membrane muqueuse dont la trachée et les bronches sont tapissées est garnie d'une sorte de duvet microscopique, et que chaque brin de ce duvet est animé d'un mouvement ondulatoire très-rapide ; ce mouvement *vibratile*

en deux branches qui prennent le nom de *bronches* et qui se ramifient dans l'intérieur de chaque poumon comme les racines d'un arbre dans l'intérieur du sol (*c*, *e*, *fig.* 48).

§ 136. Les poumons, comme nous l'avons déjà dit, présentent dans leur intérieur une foule de cellules, dans chacune desquelles s'ouvre un petit rameau de la bronche correspondante. Les parois de ces cavités sont formées par une membrane très-fine et très-molle et sont creusées d'une multitude de vaisseaux capillaires qui reçoivent le sang veineux de l'artère pulmonaire et l'exposent à l'action de l'air.

Sous un même volume, la surface par laquelle la respiration s'opère sera donc d'autant plus grande et le sang recevra le contact de l'air par des points d'autant plus nombreux, que les poumons seront formés par des cellules plus petites. Il existe, par conséquent, un rapport direct entre l'activité de la respiration et la grandeur des cellules pulmonaires ; et, en effet, chez les grenouilles, par exemple, où cette fonction ne s'exerce que d'une manière faible et lente, les poumons ont la forme de sacs divisés seulement par quelques cloisons, tandis que, chez les mammifères et les oiseaux où la respiration est le plus active, ces organes sont divisés en cellules si petites, qu'à l'œil nu il est difficile de les apercevoir.

§ 137. Dans l'homme et dans les autres mammifères, les bronches se terminent toutes dans les cellules pulmonaires, et celles-ci sont toujours terminées elles-mêmes en cul-de-sac ; il en résulte que l'air qui entre dans les poumons de ces animaux ne pénètre pas au delà. Mais chez les oiseaux, où la respiration est encore plus active, quelques-uns de ces canaux traversent les poumons de part en part, et vont s'ouvrir dans le tissu cellulaire qui les entoure, et qui, dans tout le reste du corps, remplit les espaces que les divers organes laissent entre eux ; or, les cavités contenues dans ce tissu communiquent toutes entre elles, et l'air qui y arrive pénètre ainsi dans toutes les parties du corps, même dans la substance des os.

§ 138. **Mécanisme de la respiration chez l'homme**. — D'après ce que nous avons dit des altérations que l'air subit par la respiration, il est évident que ce fluide doit être sans cesse renouvelé

détermine dans le liquide en contact avec cette surface des courants souvent très-rapides, et persiste pendant un certain temps après que la membrane qui en est le siége a été séparée du corps de l'animal ; de sorte qu'à l'aide d'un microscope puissant on peut facilement l'étudier. La direction du courant ainsi produit paraît être de l'extérieur vers l'intérieur de l'appareil respiratoire, et un mouvement semblable s'observe à la surface de la membrane qui tapisse la première portion des voies aériennes, c'est-à-dire les fosses nasales ; mais, en général, on n'aperçoit rien d'analogue dans l'arrière-bouche.

dans l'intérieur des poumons ; c'est ce qui a lieu à l'aide des mouvements d'inspiration et d'expiration que nous exécutons alternativement, et ces mouvements, à leur tour, dépendent du jeu des parois de la cavité thoracique où sont logés les poumons.

Le mécanisme par lequel l'air est appelé dans les poumons, ou en est expulsé, est très-simple et ressemble en tous points au jeu d'un soufflet, si ce n'est que, dans les poumons, le fluide pénètre dans l'organe et s'en échappe par le même conduit. En effet, les parois du thorax sont mobiles, sa cavité peut alternativement s'agrandir et se resserrer, et les poumons en suivent tous les mouvements ; aussi, dans le premier cas, l'air pressé par tout le poids de l'atmosphère se précipite dans la poitrine à travers la bouche ou les fosses nasales et la trachée-artère, et vient remplir les cellules pulmonaires de la même manière que l'eau monte dans un corps de pompe dont on élève le piston. Dans le second cas, lors du mouvement d'expiration, l'air contenu dans les poumons est, au contraire, comprimé et s'échappe en partie au dehors par la voie qui a déjà servi à l'entrée de ce fluide.

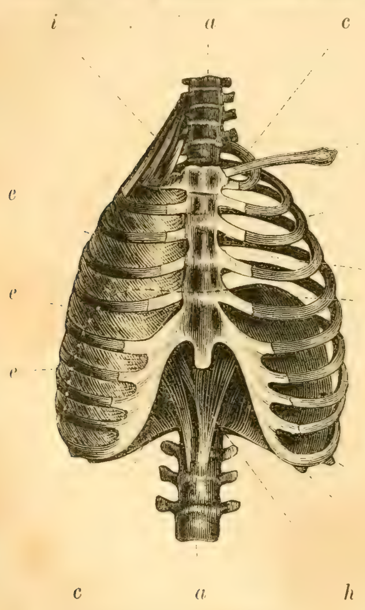


Fig. 49. *Thorax de l'homme* (1).

Pour comprendre comment le thorax de l'homme se dilate et se resserre, il est indispensable d'en examiner la structure.

Cette cavité (*fig.* 49) a la forme d'un conoïde dont le sommet est en

(1) Du côté gauche les muscles ont été enlevés, tandis que du côté opposé ils sont en place. La voûte formée dans l'intérieur du thorax par le diaphragme (*g*) se voit à gauche, et du côté droit la continuation de cette voûte est indiquée par une ligne ponctuée. — *h* piliers du diaphragme s'insérant aux vertèbres lombaires ; — *i* muscles élévateurs des côtes ; — *d* clavicule.

haut et la base en bas, et ses parois sont formées en majeure partie par une espèce de cage osseuse résultant de l'union des *côtes* (*c*) avec une portion de la *colonne vertébrale* (ou épine du dos) en arrière (*a*), et avec l'*os sternum* en avant (*b*).

Les espaces que les côtes laissent entre elles sont remplis par des muscles qui s'étendent de l'un de ces os à l'autre (*e*); des muscles se portent aussi de la première côte à la portion cervicale de la colonne vertébrale (*i*); enfin, la paroi inférieure de la poitrine est formée par le *muscle diaphragme* (*g*), espèce de cloison charnue qui s'attache au bord inférieur de la charpente osseuse dont nous venons de parler.

§ 139. La *dilatation du thorax* peut se faire de deux manières, par la contraction du diaphragme ou par l'élévation des côtes.

En effet, le diaphragme, dans l'état de repos, forme une voûte élevée qui remonte dans l'intérieur de la poitrine (*g*), et il est facile de comprendre que la contraction de ce muscle doit diminuer la courbure de cette voûte, et en l'abaissant doit agrandir d'autant la cavité du thorax.

Le jeu des côtes est un peu plus compliqué; ces os (*c* et *c'*), au nombre de douze de l'un et de l'autre côté, décrivent chacun une courbure dont la convexité est tournée en dehors et un peu en bas; leur extrémité antérieure, qui est unie au sternum (*b*) à l'aide de cartilages intermédiaires, est beaucoup moins élevée que leur extrémité postérieure, et l'articulation de celle-ci avec la colonne vertébrale leur permet de s'élever et de s'abaisser. Le premier de ces mouvements est déterminé par la contraction des muscles de la base du cou (*i*). Or, lorsque les côtes s'élèvent ainsi, elles tendent à se placer sur une ligne horizontale; car, en même temps que leur extrémité antérieure remonte en entraînant avec elle le sternum, elles tournent un peu sur elles-mêmes, de façon que leur courbure ne se dirige plus en bas, mais en dehors : il en résulte que les parois latérales et antérieure du thorax s'éloignent alors de la colonne vertébrale, et que la cavité de la poitrine s'agrandit.

§ 140. Dans le mouvement d'expiration, les poumons, à raison de l'élasticité de leur tissu, se resserrent, le diaphragme se relâche, et cette cloison musculaire remonte en forme de voûte. Lorsque les muscles, qui ont produit l'élévation des côtes et du sternum, cessent de se contracter, leur poids et la traction exercée par l'élasticité des poumons déterminent aussi l'abaissement de ces os; mais il est également d'autres forces qui peuvent contribuer à déterminer le resserrement du thorax et l'expulsion de l'air hors des poumons : telle est la contraction des muscles qui forment

les parois du ventre et qui se fixent à la partie inférieure de la poitrine.

§ 141. On remarque plusieurs degrés dans l'étendue de ces mouvements et dans la respiration ordinaire, la quantité d'air aspirée par le thorax ou chassée des poumons n'excède guère la septième partie de celle que ces organes peuvent contenir. On évalue à environ 4,580 centimètres cubes la quantité d'air contenue ordinairement dans les poumons, et à 655 centimètres cubes celle qui entre dans la poitrine ou en sort à chaque inspiration ou expiration.

Le nombre de mouvements respiratoires varie suivant les individus et suivant les âges; dans l'enfance ils sont plus fréquents que chez l'homme adulte, et chez ce dernier on compte en général vingt inspirations par minute.

On voit donc que, dans l'état ordinaire, il doit entrer dans les poumons d'un homme environ 13,100 centimètres cubes d'air par minute, ce qui fait, pour une heure, environ 786 litres, et par jour à peu près 19,000 litres de ce fluide.

§ 142. Le *soupir*, le *bâillement*, le *rire* et le *sanglot* ne sont que des modifications des mouvements ordinaires de la respiration. Le *soupir* est une large et profonde inspiration dans laquelle une grande quantité d'air entre peu à peu dans les poumons; aussi ce phénomène ne dépend-il pas seulement des affections morales, qui en sont la cause la plus fréquente, et le besoin de soupirer se fait-il sentir toutes les fois que le travail respiratoire ne s'effectue pas avec assez de rapidité.

Le *bâillement* est une inspiration encore plus profonde, qui est accompagnée d'une contraction presque involontaire et spasmodique des muscles de la mâchoire et du voile du palais.

Le *rire* consiste en une suite de petits mouvements d'expiration saccadés et plus ou moins fréquents, qui dépendent en majeure partie de contractions presque convulsives du diaphragme. Enfin, le mécanisme du *sanglot* diffère peu de celui du rire, bien que ce phénomène exprime des affections de l'âme toutes différentes.

§ 143. **Mécanisme de la respiration chez les autres animaux.** — Le mécanisme de la respiration est essentiellement le même chez tous les mammifères, les oiseaux et la plupart des reptiles; seulement, dans ces deux dernières classes, le muscle diaphragme manque plus ou moins complétement, et par conséquent c'est principalement par le jeu des côtes que l'air est appelé dans les poumons; mais chez les tortues et les reptiles de l'ordre des batraciens (c'est-à-dire les grenouilles, les salamandres, etc.), le thorax n'est pas conformé de manière à pouvoir se dilater activement et à agir comme une pompe

aspirante : aussi, chez ces animaux, la respiration se fait d'une manière différente, et c'est par des mouvements de déglutition que l'air est poussé dans les poumons.

DE L'EXHALATION ET DES SÉCRÉTIONS.

§ 144. Nous venons de passer en revue les moyens par lesquels les matières étrangères nécessaires à l'entretien de la vie s'introduisent dans le corps des animaux et vont se mêler au sang, qui les distribue à toutes les parties de l'économie. Nous avons maintenant à nous occuper d'une série de phénomènes d'un ordre inverse, et à examiner comment les substances contenues dans la masse générale des humeurs et renfermées avec elles dans les vaisseaux sanguins peuvent en sortir, soit pour pénétrer dans des cavités intérieures du corps, soit pour s'échapper au dehors.

§ 145. Nous avons vu que l'introduction des matières étrangères, nécessaires à la nutrition, s'effectue de deux manières : tantôt par l'absorption simplement et sans que ces matières aient subi de modification préalable, tantôt par l'effet du travail digestif qui sépare ces matières des autres substances avec lesquelles elles se trouvent mêlées, les prépare en quelque sorte et leur donne la forme la plus convenable avant que de les faire pénétrer dans l'intérieur de l'économie. Le premier de ces actes, qui s'exerce par la surface pulmonaire, par la peau ou par toute autre voie, est un phénomène en quelque sorte mécanique ; tandis que le second, bien plus compliqué, est le résultat d'un travail chimique.

Pour se débarrasser des matières inutiles contenues dans un corps vivant et pour les expulser au dehors, la nature emploie aussi deux procédés analogues, savoir : l'*exhalation* et la *sécrétion*. L'exhalation est une conséquence de la perméabilité des tissus, et peut s'effectuer dans tous les points ; elle ne change pas la nature des fluides dont elle amène l'expulsion, et peut être considérée, ainsi que l'absorption, comme un phénomène presque entièrement physique. La sécrétion, au contraire, ne consiste pas seulement dans la sortie des liquides dont les tissus sont imbibés ; elle choisit dans le sang certains principes de préférence à d'autres, les sépare, les modifie quelquefois dans leur nature intime, et donne ainsi naissance à des humeurs particulières ; enfin, elle ne peut d'ordinaire s'effectuer que par l'intermédiaire de certains organes déterminés, et, sous tous ces rapports, elle est à la simple exhalation ce que la digestion est relativement à l'absorption.

EXHALATION.

§ 146. Nous avons déjà vu que les parois des vaisseaux sanguins sont perméables aux liquides. Il en résulte que l'eau et les autres matières fluides contenues dans ces canaux ne peuvent pas y être emprisonnées d'une manière complète, et doivent pouvoir s'en échapper avec plus ou moins de facilité pour se répandre à l'entour; cette espèce de filtration de l'intérieur des vaisseaux sanguins vers le dehors a effectivement lieu, et c'est à ce phénomène qu'on donne le nom d'*exhalation.*

Dans quelques circonstances, une portion du sang lui-même s'échappe des vaisseaux avec toutes ses parties constituantes, et il peut arriver que cet *épanchement sanguin* s'effectue sans que les parois des vaisseaux offrent des ouvertures qui établissent une communication directe du dedans au dehors. Le sang suinte alors à travers le tissu dont ces parois sont composées, mais ce phénomène est rare; et, en général, les vaisseaux ne laissent point sortir de leur intérieur les globules solides que le sang charrie, tandis que les parois de ces canaux n'opposent qu'une barrière plus ou moins incomplète au passage des parties les plus fluides du liquide nourricier. L'eau, contenue en si grande abondance dans le sang, peut, de la sorte, se répandre au dehors, en n'entraînant avec elle qu'une petite quantité des sels et des autres matières solubles du sérum. Les gaz dissous dans le sang peuvent s'en dégager de la même manière, et cela, à raison seulement des propriétés physiques des parois vasculaires.

Pour rendre ce phénomène pour ainsi dire palpable, il suffit d'injecter dans les veines d'un animal vivant certaines substances qui ne se trouvent pas naturellement dans le sang, mais s'y dissolvent très-bien, et qui sont faciles à reconnaître: car, au bout de quelque temps, on découvrira des traces de ces matières étrangères dans tous les liquides qui se trouvent répandus dans les différentes cavités du corps, et qui s'y sont produits par exhalation. Ainsi, lorsqu'on injecte du prussiate de potasse dans les veines d'un chien, on ne tarde pas à retrouver ce sel dans le liquide aqueux qui s'accumule dans le thorax et dans l'abdomen, et chacun sait que lorsque des matières odorantes, telles que des liqueurs spiritueuses, ont été absorbées et sont introduites de la sorte dans le torrent de la circulation, elles viennent s'exhaler des vaisseaux à la surface pulmonaire, et s'échappent au dehors avec l'air expiré.

§ 147. **Mécanisme de l'exhalation.** — L'exhalation qui a lieu

chez tous les êtres vivants n'est pas, comme la plupart des autres fonctions physiologiques, un effet des forces vitales; c'est un phénomène essentiellement physique, qui n'est pas dépendant de la vie, bien que sa marche puisse être modifiée par l'influence de ces forces. Effectivement, tout ce qui constitue une véritable exhalation s'observe sur le cadavre aussi bien que chez l'animal vivant; et c'est même après la mort que quelques-uns de ses effets sont le plus faciles à constater, car alors rien ne vient en empêcher la manifestation.

Ainsi, lorsqu'on pousse dans l'appareil circulatoire d'un animal récemment mort une dissolution de gélatine colorée par du vermillon réduit en poudre très-fine, l'injection rouge pénètre dans les vaisseaux capillaires, et on voit alors une portion de l'eau chargée de gélatine et dépouillée de matière colorante suinter à travers les parois de ces canaux, pour se répandre au dehors, tandis que le vermillon est retenu dans leur intérieur. Or, ce qui arrive ici pour l'injection a lieu aussi pour le sang qui, pendant la vie, traverse sans cesse ces vaisseaux; les globules et les parties les moins fluides du sang se trouvent arrêtés, comme le vermillon, par les parois de ces canaux, tandis qu'une portion de l'eau du sérum, tenant en dissolution les sels propres au sang et une petite quantité d'albumine, filtre à travers ces parois, comme a suinté la dissolution gélatineuse de l'injection, et se répand dans toutes les parties voisines, ou s'échappe au dehors.

§ 148. On voit donc que l'exhalation, de même que l'absorption, est un phénomène d'imbibition, et c'est à tort que beaucoup de physiologistes ont cru devoir en attribuer les effets à de prétendues bouches, qui d'après ces hypothèses seraient spécialement destinées à livrer passage aux fluides exhalés, mais qui dans la réalité n'existent pas. Le mécanisme de l'exhalation est le même que celui de l'absorption, seulement le mouvement s'effectue en sens contraire; toutes les parties qui sont le siége de l'une de ces fonctions peuvent être le siége de l'autre, et en général elles ont lieu simultanément dans les mêmes parties; enfin tout ce qui tend à modifier la marche de l'une influe aussi sur l'autre.

Ainsi, la texture plus ou moins spongieuse d'un organe, et par conséquent plus ou moins favorable à l'imbibition, est une condition qui agit de la même manière sur la marche de l'absorption et de l'exhalation. L'une et l'autre de ces fonctions sont aussi, toutes choses égales d'ailleurs, d'autant plus actives, que la partie qui en est le siége est traversée par un plus grand nombre de vaisseaux sanguins.

Les variations dans la masse des liquides contenus dans le corps agissent, au contraire, d'une manière inverse sur ces deux fonctions. Plus la quantité de ces liquides est considérable, plus l'exhalation est abondante.

La pression que le sang supporte dans les vaisseaux influe aussi d'une manière puissante sur l'exhalation : et lorsque la circulation dans les veines est entravée de façon à déterminer l'accumulation de ce liquide, la portion la plus fluide du sang s'exhale en abondance dans les parties voisines et en détermine le gonflement : c'est ce qui produit l'enflure des parties qui ont été fortement serrées par les ligatures.

§ 149. **Siége de l'exhalation.** — L'exhalation peut avoir lieu à la surface du corps en contact avec l'atmosphère, ou bien dans l'intérieur de cavités plus ou moins grandes, qui ne communiquent pas librement au dehors; et de là une distinction importante à établir : celle des *exhalations externes* et des *exhalations internes*.

§ 150. L'*exhalation externe*, qu'il ne faut pas confondre avec la production de la sueur, et qui a lieu par la surface interne des poumons aussi bien que par la peau, donne lieu au phénomène désigné sous le nom de *transpiration insensible*, parce que l'eau qui s'échappe ainsi se dissipe par évaporation, et, en général, n'est pas aperçue par nos sens. Les pertes que l'homme et les autres animaux éprouvent par cette voie sont très-considérables. Dans l'état de santé, le poids du corps d'un homme adulte ne varie guère, et les pertes qu'il éprouve par les diverses excrétions contre-balancent le poids des aliments dont il fait chaque jour usage. Or, d'après les expériences de Sanctorius, il paraît que souvent la transpiration insensible entre pour les cinq huitièmes dans les pertes totales dont nous venons de parler.

Du reste, l'évaporation qui se fait à la surface du corps n'a pas lieu toujours avec la même intensité, et ici encore l'influence des agents physiques se fait sentir à peu près de la même manière sur l'animal vivant et sur le cadavre. Dans l'un comme dans l'autre, les pertes par évaporation sont augmentées par l'élévation de la température, par l'agitation de l'air, par sa sécheresse, par la diminution de la pression atmosphérique, etc.

C'est aussi à un phénomène d'exhalation qu'il faut rapporter le dégagement d'acide carbonique qui s'effectue comme nous l'avons déjà vu dans l'acte de la respiration (voy. §§ 124, etc.).

§ 151. Les *exhalations internes* ont lieu à la surface des parois des cavités plus ou moins vastes creusées dans l'intérieur du corps; elles consistent aussi en de l'eau mêlée à une petite quantité de

matières animales et des sels contenus dans le sang d'où ces liquides s'échappent. Telle est la source des humeurs qui humectent continuellement les membranes séreuses dont les grands viscères de la tête, de la poitrine et de l'abdomen sont enveloppés, de la sérosité qui baigne les lamelles du tissu cellulaire si abondamment répandu dans toutes les parties du corps, et d'une partie des humeurs qui remplissent l'intérieur de l'œil.

Comme ces exhalations internes ont lieu à la surface de cavités qui n'ont pas d'issue au dehors, il est évident que la quantité des liquides contenus dans ces espèces de réservoirs irait toujours en augmentant si les parties qui exhalent ainsi n'étaient pas en même temps le siége d'une absorption non moins rapide. Dans l'état de santé, ces deux fonctions s'exercent simultanément et se contrebalancent de manière à maintenir toujours la même quantité de liquide dans l'intérieur de la cavité; mais il arrive quelquefois que cet équilibre est rompu et que l'exhalation devient plus active que l'absorption. Les liquides s'accumulent alors dans les parties, et il en résulte des maladies connues sous le nom d'*hydropisies* (1).

SÉCRÉTIONS.

§ 152. Ainsi que nous l'avons déjà dit, on donne le nom de sécrétion à la formation des humeurs spéciales qui, dans l'économie animale, se produisent aux dépens du sang et diffèrent essentiellement de la partie séreuse de ce fluide.

§ 153. **Organes sécréteurs.** — Les principaux instruments à l'aide desquels la nature opère ce travail de chimie vitale, se composent de cavités, en général, d'une petitesse extrême, qui ont la forme de poches, de bourses ou de canaux d'une grande ténuité, et qui reçoivent un nombre considérable de vaisseaux sanguins, ainsi que des nerfs. On désigne ordinairement ces organes sous le nom commun de GLANDES; mais ils présentent dans leur structure des différences essentielles, et on les distingue en *glandes parfaites* ou *glandes proprement dites*, et en *glandes imparfaites* ou *ganglions*

(1) Ces amas d'eau prennent diverses dénominations suivant les parties qui en sont le siége : on donne plus spécialement le nom d'*hydropisie* (ou *hydropisie ascite*) aux accumulations d'eau dans la cavité de l'abdomen ; et on appelle *hydropisie de poitrine* celles qui se forment dans la plèvre, membrane qui enveloppe les poumons; *hydropisie du cœur*, celles qui ont lieu dans le péricarde, membrane qui entoure le cœur ; *hydrocéphale*, celles qui se forment dans les membranes qui revêtent le cerveau, et *œdème*, celles qui se montrent dans le tissu cellulaire des diverses parties du corps.

vasculaires, suivant qu'ils ont un orifice servant à verser au dehors le produit de leur sécrétion, ou bien qu'ils ont la forme de cavités sans ouverture, de l'intérieur desquelles les liquides sécrétés ne peuvent sortir que par voie d'absorption ou par rupture.

§ 154. La disposition des GLANDES PROPREMENT DITES varie beaucoup; mais, lorsqu'on les étudie avec soin, on voit que ces organes peuvent tous se rapporter à deux types principaux, et qu'ils se composent toujours, soit de petits sacs à orifices plus ou moins rétrécis, soit de tubes d'une ténuité extrême, et que les différences que l'on y rencontre dépendent du mode de groupement de ces parties, en quelque sorte élémentaires.

§ 155. Les petits sacs sécréteurs dont nous venons de parler peuvent être désignés sous le nom commun de *follicules*. Dans leur état de plus grande simplicité, ces organes ne consistent que dans de petites dépressions creusées à la surface de certaines membranes, et ressemblent à des fossettes plutôt qu'à des poches: on les nomme alors *cryptes*, et on en voit beaucoup à la surface des membranes muqueuses. Lorsque ces cavités se creusent davantage et que les bords de leur ouverture se resserrent en manière de goulot, on les appelle *follicules proprement dits*. Tantôt ces follicules sont disséminés à la surface des membranes, y débouchent chacun séparément par un orifice distinct, et sont désignés sous le nom de *follicules simples* : la membrane muqueuse du tube digestif nous en a déjà offert des exemples; tantôt ils sont serrés les uns contre les autres, de façon à former une masse plus ou moins considérable, tout en conservant chacun son ouverture particulière, et se nomment alors *follicules agrégés* (telles sont les glandes de Meibomius qui bordent les paupières, les glandes gastriques de quelques mammifères, etc.), et d'autres fois encore ils se groupent de la même manière, mais se réunissent encore plus intimement, de façon que leurs orifices particuliers ne débouchent au dehors que par l'intermédiaire d'un petit nombre d'ouvertures, ou même d'une seule; disposition qui caractérise les organes appelés par les anatomistes des *follicules agglomérés*, et qui se rencontre dans les amygdales placées de chaque côté de l'isthme du gosier. Enfin, d'autres fois encore ces sacs sécréteurs, au lieu de s'ouvrir presque immédiatement au dehors, ne communiquent avec l'extérieur que par un col très-allongé, de façon à ressembler à un tube terminé par une ampoule, et alors ils peuvent encore rester isolés ou bien s'agglomérer en grappes, à l'aide de canaux excréteurs communs qui, à leur tour, se réunissent successivement, de façon a se terminer par un seul conduit et à ressembler à des racines at-

tachées à un seul tronc, et portant à l'extrémité de chacune de leurs dernières divisions chevelues un petit renflement vésiculaire (*fig.* 50). Ces organes sécréteurs, que l'on pourrait appeler des *follicules ampullaires*, se rencontrent à l'état de simplicité et d'isolement sous la peau de certains poissons, et paraissent constituer aussi sous cette forme les glandes sudorifères logées dans la peau de l'homme; groupés sur un canal excréteur commun rameux (*fig.* 50), ils constituent la plupart des *glandes composées*, désignées par les anatomistes sous le nom de *glandes conglomérées*, telles que les glandes salivaires et le foie des mammifères.



Fig. 50. *Structure intime d'une glande composée* (la parotide).

§ 156. Les organes sécréteurs, qui affectent la forme de tubes, présentent aussi dans leur disposition des différences analogues à celles dont il vient d'être question. Ces tubes, dont la longueur varie et dont l'une des extrémités est ordinairement fermée, tandis que l'autre reste béante et sert pour la sortie du liquide sécrété, sont tantôt simples et parfaitement isolés, chacun allant s'ouvrir directement au dehors, comme cela se voit dans les glandes chargées de lubrifier la peau de certains poissons, et dans les vaisseaux biliaires de divers animaux inférieurs; tantôt agglutinés entre eux, de façon à former une masse, sans cesser néanmoins de rester complétement indépendants les uns des autres, disposition qui s'observe dans les appendices qui, chez divers poissons, paraissent remplacer le pancréas; d'autres fois, ces tubes, également agrégés et simples, mais peu allongés et serrés parallèlement les uns à côté des autres, vont déboucher dans une cavité commune, en forme de cellule ou de canal, comme cela se voit dans les glandes gastriques de plusieurs oiseaux; enfin, d'autres fois encore, ces mêmes tubes (*fig.* 51) acquièrent une longueur extrême sans changer de calibre, se pelotonnent sur eux-mêmes, et vont se terminer par un conduit excréteur peu ou point ramifié à son origine, de façon à donner naissance à une glande conglomérée, telle que les reins

et quelques autres organes dont l'importance est très-grande dans l'économie. Il est aussi à noter que plusieurs glandes composées sont, en outre, pourvues d'une espèce de réservoir placé sur le trajet de leur conduit excréteur, et destiné à permettre l'accumulation du liquide sécrété. La vésicule du fiel, que nous avons déjà eu l'occasion de mentionner (*fig.* 24), et la vessie urinaire (*fig.* 52), sont des poches de cette nature.

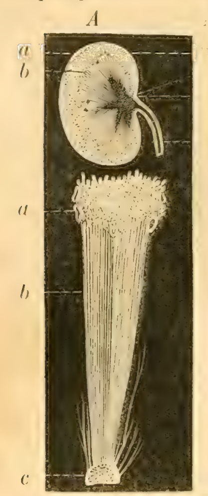


Fig. 51. *Structure des reins* (1).

§ 157. Les *glandes imparfaites* varient encore davantage dans leur mode de conformation. Les unes consistent en de petites cellules fermées de toutes parts, et tantôt isolées, tantôt agglomérées en masse; les autres, que l'on appelle quelquefois des *ganglions vasculaires*, sont composées essentiellement de vaisseaux sanguins ou lymphatiques, lesquels, après s'être divisés en ramuscules très-déliés, se réunissent de nouveau. Comme exemple des premières, nous citerons les vésicules ovariennes et les cellules adipeuses où se forme la graisse; nous citerons, comme exemple des secondes, la glande thyroïde (2), le thymus (3), la rate (*fig.* 24), et les ganglions mésentériques (*fig.* 26), dont il a déjà été question en parlant de l'absorption du chyle (§ 75).

Les ganglions vasculaires paraissent être destinés à modifier les liquides qui circulent dans leur intérieur; mais on ne sait presque

(1) *A* Coupe verticale d'un rein : — *a* substance corticale ; — *b* substance tubuleuse ; — *c* calice et bassinet ; — *d* canal de l'uretère.

B Structure intime de cette glande : — *a* portion terminale des tubes urinaires ; — *b* portion médullaire de ces tubes ; — *c* leur terminaison dans le calice.

(2) Le *corps thyroïde* est une masse ovoïde, molle, spongieuse et d'apparence glandulaire, qui se trouve à la partie antérieure et inférieure du cou, au-devant de la trachée-artère (*fig.* 23, page 41). Il est, en général, plus gros dans l'enfant que dans l'adulte, et il existe chez tous les mammifères, mais manque chez les oiseaux, la plupart des reptiles, les poissons et les autres animaux des classes inférieures. C'est un gonflement maladif de ce corps qui occasionne les tumeurs connues sous le nom de *goîtres*.

(3) Le *thymus* est une masse glandiforme renfermée dans la poitrine entre les deux lames du médiastin antérieur (cloison qui est formée par l'adossement des plèvres, et qui loge le cœur). Il est extérieurement développé chez le fœtus; mais, peu après la naissance, son volume diminue beaucoup, et chez l'adulte il est complétement atrophié.

rien de positif sur leur histoire, et par conséquent nous ne nous y arrêterons pas ici, et nous ne nous occuperons que des organes sécréteurs proprement dits.

§ 158. **Nature du travail sécréteur.** — Ces organes, dont nous venons d'indiquer les principales formes, sont toujours disposés de façon à constituer une lame membraneuse très-étendue, dont la surface externe est baignée par le fluide nourricier (1), tandis que la surface opposée est libre, et circonscrit d'ordinaire une cavité; le liquide sécrété suinte de cette dernière surface, et les matériaux dont cette humeur se compose sont puisés dans le sang : aussi une glande peut-elle être comparée à une sorte de filtre, qui, interposé entre le sang et une cavité, ne laisse passer dans celle-ci que certaines matières déterminées, et possède même quelquefois la propriété de modifier la nature chimique des substances qu'il sépare de la sorte.

§ 159. Les liquides qui résultent du travail sécrétoire dont les glandes sont le siége, varient beaucoup entre eux et diffèrent aussi beaucoup, soit du sang lui-même, soit du sérum qui serait dépouillé de fibrine et de globules sanguins. Ces humeurs contiennent ordinairement en assez grande abondance des matières qui n'existent qu'en proportions extrêmement faibles dans le liquide nourricier; et quelquefois on y trouve des substances que la chimie n'est pas encore parvenue à découvrir dans le sang, ou qui ne s'y rencontrent qu'à l'état de combinaison avec des principes dont elles sont séparées lorsqu'elles passent dans la sécrétion. Tantôt ces liquides contiennent des acides libres, tandis que le sang dont ils proviennent est alcalin; d'autres fois, ils sont alcalins comme le sang, mais bien plus fortement, et d'autres fois encore ils sont caractérisés surtout par la présence de certaines matières qu'on ne voit guère ailleurs, telles que l'urée, le caséum, le beurre, etc.

§ 160. Jadis, on croyait que les glandes avaient le pouvoir de créer, aux dépens de l'albumine ou de quelque autre matière contenue dans le liquide nourricier, toutes les substances qui, telles que l'urée, se rencontrent en abondance dans certaines humeurs, et cependant ne se trouvent pas d'ordinaire dans le sang lui-même. Mais des expériences que nous avons déjà eu l'occasion de signaler montrent que, dans la plupart des cas (et probablement

(1) Les vaisseaux sanguins qui se distribuent dans une glande se ramifient autour des vésicules ou des tubes sécréteurs dont cet organe est composé, mais ne communiquent jamais directement avec la cavité creusée dans leur intérieur, et c'est à tort que plusieurs anatomistes ont cru que les racines des canaux excréteurs se continuaient sans interruption avec les dernières divisions des vaisseaux sanguins.

toujours), les matériaux constitutifs des liquides sécrétés existent tout formés dans le sang, seulement en quantités trop petites pour que leur présence soit décelée par les moyens d'analyse dont la chimie dispose.

Ainsi l'urine sécrétée par les reins contient chez l'homme, le chien et la plupart des autres mammifères, une quantité considérable d'urée; et cependant, dans les circonstances ordinaires, on ne découvre pas de traces de cette substance dans le sang; si les reins, où l'urine se forme, étaient le siége de la production de cette urée, il est évident qu'après la destruction de ces organes, cette matière ne se montrerait plus dans l'économie; mais il en est tout autrement : bientôt après cette opération on en découvre dans le sang, et au bout de quelque temps elle s'y trouve en proportion assez forte. Il est donc évident que les reins ne produisaient pas cette urée, mais ne faisaient que la séparer du fluide nourricier au fur et à mesure qu'elle y apparaissait; et que si on peut facilement en constater l'existence dans le sang après avoir interrompu la sécrétion rénale, c'est parce que, n'étant plus enlevée par les reins, elle s'accumule dans ce liquide.

§ 161. **Nature des liquides sécrétés.** — Les humeurs produites par les divers appareils sécréteurs diffèrent beaucoup entre elles, mais on n'a pu découvrir aucun rapport entre ces différences et la structure des glandes qui les sécrètent. Il arrive même quelquefois que la nature d'une sécrétion change sans que l'on aperçoive aucune modification bien notable dans l'organe qui en est le siége. Enfin, il s'établit quelquefois, d'une manière anormale, de véritables sécrétions dans des parties qui d'ordinaire n'en présentent aucune trace; la formation du pus qui accompagne si fréquemment les inflammations est un phénomène de ce genre.

Quant à la nature même du travail sécrétoire, on ne sait rien de positif; seulement il paraîtrait que l'action du système nerveux a une grande influence sur ce phénomène.

Les liquides sécrétés dans le corps de l'homme et de la plupart des animaux sont extrêmement nombreux et très-variés; les uns sont destinés à y rester et à y remplir des usages plus ou moins importants: tels sont les humeurs de l'œil, le suc gastrique, la bile, etc.; d'autres sont rejetés immédiatement au dehors, et, parmi ces derniers, il en est qui ne paraissent servir qu'à débarrasser l'économie des matières inutiles ou nuisibles; on les désigne sous le nom d'*excrétions*, et la plus importante d'entre elles est la sécrétion urinaire, dont l'étude doit maintenant nous occuper.

Sécrétion urinaire.

§ 162. Cette fonction a son siége dans les *reins*, organes qui, chez les animaux de boucherie, sont connus sous le nom vulgaire de *rognons*. Ce sont deux glandes volumineuses, placées dans l'abdomen, de chaque côté de la colonne vertébrale, et entourées le plus ordinairement de beaucoup de graisse; leur couleur est d'un rouge brun, et leur forme semblable à celle d'une graine de haricot (*fig.* 52).

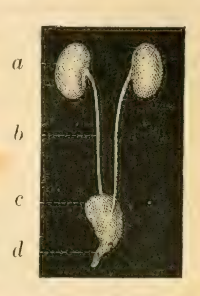


Fig. 52. *Appareil urinaire* (1).

Leur substance (*fig.* 51) se compose essentiellement de tubes sécréteurs d'une ténuité très-grande et d'une longueur extrême qui, chez les mammifères, sont contournés sur eux-mêmes dans tous les sens vers leur extrémité libre (*a*), et qui ensuite se dirigent en ligne droite vers le milieu du bord interne de la glande, de façon à former un certain nombre de faisceaux pyramidaux (*b*) dont le sommet s'engage dans une cavité membraneuse nommée *calice* (*c*), et dont la base, dirigée en dehors, est arrondie et pour ainsi dire coiffée par la portion pelotonnée de ces canaux, portion qui constitue ce que les anatomistes appellent la *substance corticale* des reins, tandis qu'ils nomment *substance tubuleuse* ou *médullaire* celle formée par ces faisceaux eux-mêmes. Dans le jeune âge et même durant toute la vie chez quelques animaux, tels que l'ours et la loutre, ces pyramides restent distinctes, et chaque rein se compose alors de plusieurs lobes séparés; mais en général ils se soudent bientôt d'une manière intime, et les calices, qui ne sont autre chose que des canaux excréteurs communs, se réunissent aussi de façon à former une petite poche membraneuse appelée *bassinet* (*fig.* 51 *A*). Une multitude de vaisseaux capillaires sanguins serpentent entre ces tubes sécréteurs, et constituent, dans la portion corticale de la glande, un lacis très-serré, au milieu duquel on remarque un grand nombre de petits corps sphériques formés aussi par des canaux sanguins pelotonnés sur eux-mêmes.

C'est dans la portion corticale des reins que l'urine se forme. Ce liquide descend par les canaux dont se compose la substance médullaire, et par les calices, jusque dans le bassinet, et passe de là dans la vessie en traversant un long tube membraneux de la grosseur d'une plume à écrire, qui se porte obliquement du bas-

(1) *a* Reins; — *b* uretères; — *c* vessie; — *d* canal de l'urètre.

sinet à la vessie, et se nomme *uretère* (*fig.* 52, *b*). La *vessie* est une poche conoïde qui remplit les fonctions de réservoir pour l'urine, et qui est située à la partie inférieure de l'abdomen, derrière la portion antérieure du bassin, nommée arcade du pubis (*fig.* 3). Elle est formée par une membrane muqueuse entourée de fibres charnues, et se continue inférieurement avec un canal étroit qui débouche au dehors et s'appelle *canal de l'urètre*.

§ 163. L'*urine* est un liquide jaunâtre et acide qui, chez l'homme, se compose, dans l'état normal, d'environ quatre-vingt-treize centièmes d'eau, de trois centièmes d'une matière particulière nommée urée, d'un milième d'acide urique et d'une petite quantité d'acide lactique et de divers sels, tels que du chlorure de sodium, ou sel marin, du phosphate de chaux, etc.

Dans les mammifères carnivores, sa composition chimique est à peu près la même que chez l'homme, si ce n'est qu'on n'y rencontre pas d'acide urique; mais dans les animaux herbivores on y trouve une substance particulière, l'acide hippurique, et chez les oiseaux ainsi que chez la plupart des reptiles (les lézards, les serpents, etc.), elle ne renferme guère que de l'acide urique; enfin, chez les grenouilles et les tortues, on y trouve de l'urée et de l'albumine. Sa composition paraît être à peu près la même chez les poissons; mais, chez les insectes, on y trouve de l'acide urique. Pendant certaines maladies, sa composition change aussi chez l'homme.

§ 164. La rapidité avec laquelle les boissons, introduites dans l'estomac, passent dans la vessie et sont expulsées au dehors par les voies urinaires, est extrême. Chacun a pu en faire la remarque, et les expériences sur les animaux vivants le prouvent également. Mais cependant, il n'existe aucune communication directe entre ces deux organes, et les liquides ne peuvent parvenir de l'estomac à la vessie qu'après avoir été absorbés, mêlés à la masse du sang, portés ainsi dans la substance des reins, et séparés par le travail sécrétoire dont ces glandes sont le siége. Lorsqu'on introduit dans le torrent de la circulation (soit par injection, soit par absorption) certaines substances faciles à reconnaître (telles que de la rhubarbe, de l'indigo, de la garance, de la gomme gutte ou du cyanure jaune de potassium et de fer), on ne tarde pas à les voir expulsées avec les urines, et, comme nous l'avons déjà dit, c'est aussi dans le sang que les reins puisent les diverses parties constituantes de ce liquide.

§ 165. Du reste, diverses circonstances influent sur l'activité de cette fonction, et peuvent modifier, soit la masse des liquides expulsés par les voies urinaires, soit la quantité de matières solides

séparées du sang par les reins, et tenues en dissolution dans la partie aqueuse de l'urine.

La quantité d'eau expulsée par la sécrétion urinaire dépend en grande partie de celle des boissons ingérées dans l'estomac.

L'eau introduite dans la masse du sang par suite de l'absorption s'en sépare plus ou moins rapidement, de façon qu'après un certain temps, l'équilibre se rétablit dans l'économie, quelle que soit la quantité de boissons ingérées dans l'estomac; et c'est par deux voies distinctes que ce liquide s'échappe ainsi de notre corps, par l'exhalation soit pulmonaire, soit cutanée, et par la sécrétion urinaire. Or, ces deux fonctions se suppléent en quelque sorte, et, la masse des liquides en circulation restant la même, on observe que tout ce qui tend à diminuer l'une tend à augmenter l'autre.

Ainsi, l'action de la chaleur sur le corps tend à augmenter la transpiration, et diminue par conséquent la sécrétion urinaire : aussi cette dernière fonction est-elle plus active en hiver qu'en été, et lorsqu'on prend une quantité considérable de boissons, on peut presqu'à volonté en déterminer l'expulsion par l'une ou l'autre de ces voies, suivant qu'on se place dans les circonstances favorables, soit à la transpiration, soit à la sécrétion urinaire.

La quantité de substances solides expulsées par les reins et tenues en dissolution dans la partie aqueuse de l'urine dépend en grande partie de l'abondance et de la nature des aliments employés.

En effet, M. Chossat a constaté que, lorsqu'on se nourrit des mêmes aliments, et qu'on en varie seulement la quantité, la sécrétion de l'urée et des divers principes, autres que l'eau, expulsés par les reins, varie dans la même proportion. Elle diminue à mesure que l'on s'assujettit à une abstinence plus rigoureuse, et elle augmente à mesure que l'on fait usage d'une quantité plus grande d'aliments, pourvu toutefois que cette quantité ne devienne pas trop considérable pour être digérée.

On a constaté aussi que la sécrétion de ces matières augmente à mesure que l'on se nourrit de substances plus animalisées, c'est-à-dire qui renferment une portion plus considérable d'azote.

Du reste, l'état de l'économie animale exerce aussi beaucoup d'influence sur les résultats de la sécrétion urinaire ; tout ce qui tend à affaiblir le corps paraît tendre aussi à ralentir cette sécrétion, mais on a constaté qu'elle se continue sans interruption lors même que l'animal est astreint pendant très-long-temps à une diète complète.

§ 166. L'urine laisse quelquefois déposer dans l'intérieur des voies urinaires diverses substances qui s'y trouvent en dissolution.

et ces dépôts solides constituent ce qu'on nomme *graviers* et *calculs urinaires.*

Les *graviers* sont presque toujours formés par de l'acide urique, et dépendent de la sécrétion trop abondante de ce principe. En général, ce dépôt se forme dans les reins, et est entraîné au dehors par les urines. Les *calculs urinaires* sont des concrétions plus volumineuses qui se forment aussi quelquefois dans les reins, mais qui, en général, se développent dans la vessie, où ils séjournent et grossissent peu à peu par l'addition d'une nouvelle quantité de matière déposée par l'urine.

DE L'ASSIMILATION ET DE LA DÉCOMPOSITION NUTRITIVE.

§ 167. **Assimilation.** — En étudiant les diverses fonctions dont l'histoire vient de nous occuper, nous avons vu que les animaux attirent continuellement dans l'intérieur de leurs corps des matières variées, puisées dans le monde extérieur et destinées à servir à la composition de leurs organes. Ce passage du dehors en dedans est effectué par l'*absorption*, dont les différents points de la surface de ce corps sont le siége ; et cette surface étant formée presque exclusivement dans la peau, par les parois des cavités respiratoires et par celles du tube digestif, il en résulte que c'est par cette triple voie que les matières étrangères doivent pénétrer dans l'économie.

C'est effectivement ce que nous avons vu, mais nous avons vu aussi que la peau étant recouverte par l'épiderme n'absorbe que difficilement les fluides qui la baignent, tandis que, par les poumons et par le canal alimentaire, l'absorption est des plus rapides : aussi la surface extérieure du corps ne prend-elle qu'une part très-faible dans ce travail, et c'est presque exclusivement par les cavités digestives et respiratoires que s'introduisent ces molécules nouvelles destinées à subvenir aux besoins de l'animal.

L'absorption, avons-nous dit aussi, ne peut guère s'exercer que sur des substances à l'état fluide ; par conséquent, lorsque l'animal ne trouve pas sous cette forme toutes les matières nécessaires à son existence, il doit pouvoir les y amener, et pour arriver à ce résultat la nature l'a pourvu de la faculté de *digérer* les aliments solides dont il se nourrit en partie.

Les matieres que les animaux puisent ainsi au dehors étant destinées à devenir des parties constituantes de ces organes, il est évident qu'elles doivent renfermer tous les principes élémentaires dont ces organes sont eux-mêmes composés. Or, nous avons vu que les substances qui constituent en quelque sorte les matériaux

de l'organisation sont formées essentiellement de carbone, d'azote, d'hydrogène et d'oxygène ; il en résulte que c'est aussi du carbone, de l'azote, de l'hydrogène et de l'oxygène dont ces êtres doivent s'emparer de la sorte.

C'est dans l'atmosphère que les animaux puisent une partie de cet oxygène dont l'absorption constitue un des principaux phénomènes du travail respiratoire. De l'hydrogène combiné à une nouvelle quantité d'oxygène est en même temps introduit dans l'économie sous la forme d'eau, et pénètre tant par la surface respiratoire ou cutanée que par les voies digestives.

Ces principes pour être absorbés ne nécessitent aucune préparation, et par conséquent vont se mêler immédiatement aux liquides nourriciers ; mais il n'en est pas de même pour le carbone et l'azote absorbés ; ces éléments ne deviennent propres à servir aux besoins de la nutrition des animaux que lorsqu'ils ont été déjà combinés sous l'influence de la vie et qu'ils constituent des composés organiques ou organisés. De là la nécessité d'aliments provenant du corps de quelque plante ou de quelque autre animal, et aussi la nécessité de facultés digestives ; car ces aliments, en général solides, ont besoin d'une sorte de préparation avant que de pouvoir être absorbés, et c'est par la digestion que cette élaboration s'effectue.

Ainsi, le carbone et l'azote nécessaires à l'animal sont introduits dans son corps, combinés avec l'hydrogène et de l'oxygène, sous la forme d'*aliments*, et y entrent par les voies digestives ; une autre quantité d'oxygène et d'hydrogène est également absorbée par l'appareil digestif, sous la forme d'*eau ;* enfin, de l'oxygène libre, et un peu d'eau (c'est-à-dire de l'oxygène et de l'hydrogène) pénètrent dans l'économie par l'intermédiaire des organes respiratoires.

§ 168. Ces éléments nutritifs se mêlent, comme nous l'avons déjà vu, avec le sang, et en deviennent des parties constituantes. Ce liquide, élaboré par des procédés qui nous sont inconnus, devient riche de tous les principaux composés, dont les tissus sont à leur tour formés ; et, poussé dans les diverses parties du corps par l'effet du mouvement circulatoire dont il est animé, il distribue à chacune de ces parties les matières nécessaires à son entretien et à son accroissement. Ces matériaux nouveaux, destinés à entrer dans la constitution des tissus vivants, existent tout formés dans le fluide nutritif qui les traverse, ou bien s'y produisent par suite des altérations que ces parties elles-mêmes déterminent dans quelques-unes des substances contenues dans le sang ; enfin, le tissu vivant choisit,

en quelque sorte dans ce liquide les molécules qui sont semblables à ceux dont il est déjà formé, les arrète au passage, se les approprie, et leur communique la force vitale dont il est lui-même doué.

*C'est ce dépôt de molécules nouvelles dans la profondeur de la substance des parties vivantes, leur arrangement en un tissu organisé, et leur admission au partage des propriétés vitales, qui constituent le phénomène de l'*ASSIMILATION.

Quant à la manière dont cette assimilation s'opère, on ne sait rien de positif, on ne sait même pas comment les matières nutritives s'échappent de l'intérieur des vaisseaux sanguins, pour aller se fixer dans la substance des tissus voisins. Probablement c'est le sérum chargé de fibrine qui, seul, passe par imbibition des vaisseaux capillaires dans la profondeur des parties solides situées à l'entour, et le liquide ainsi épanché, après avoir déposé une portion de ses éléments constituants, est repris par les vaisseaux lymphatiques et porté par ces canaux, sous la forme de *lymphe,* jusque vers le centre de l'appareil circulatoire, où il est rendu au sang dont il provient.

Mais pourquoi tel tissu, formé essentiellement de fibrine, ne prend-il guère dans ce liquide nourricier que de la fibrine, tandis que tel autre tissu, composé principalement d'albumine, y puise surtout de l'albumine; ou que tel autre encore, contenant comme partie constituante des sels calcaires, en extrait de nouvelles quantités de ces mêmes sels? Pourquoi les molécules ainsi déposées sont-elles toujours arrangées de façon à constituer, dans chaque partie de l'économie, un tissu d'une texture déterminée, et à revêtir dans leur ensemble des formes constantes? Pourquoi, enfin, participent-ils à la vie dont les molécules auxquelles ils se réunissent sont déjà animées? Ce sont autant de questions auxquelles il est impossible de répondre, et dont la solution n'est guère à espérer; car tous ces phénomènes paraissent toucher de trop près à l'essence du principe vital, pour être accessibles à notre investigation. Il est seulement à noter que, chez les animaux pourvus d'un système nerveux bien développé, cet appareil paraît exercer une influence considérable sur tous les phénomènes de la nutrition.

§ 169. Quoi qu'il en soit, c'est dans les premiers temps de la vie que ce travail d'assimilation est le plus puissant; aussi, est-ce dans cette période de l'existence surtout que le volume total du corps augmente rapidement. En effet, la *croissance* est un caractère commun à tous les êtres vivants; et, toujours aussi, après avoir duré pendant un certain temps, ce mouvement se ralentit ou s'arrète. Il

paraîtrait que cette période de croissance se prolonge beaucoup plus chez les animaux inférieurs, que chez ceux qui sont plus élevés dans la série zoologique. Chez quelques-uns des premiers, le volume du corps augmente pendant toute la durée de la vie, tandis que les derniers prennent d'ordinaire tout leur développement avant que d'avoir atteint le tiers ou même le quart de leur carrière.

§ 170. La force assimilatrice ne détermine pas seulement le dépôt de nouvelles molécules, organisées au milieu de celles dont une partie vivante se compose déjà ; elle peut même devenir plus active et amener la formation de parties nouvelles. En effet, la plupart des animaux possèdent la faculté de réparer, jusqu'à un certain point, les mutilations qu'ils éprouvent, et c'est par un travail analogue à celui de la nutrition ordinaire que ce résultat s'obtient. C'est de la sorte que, dans le corps de l'homme, une portion nouvelle de peau vient recouvrir une plaie qui se cicatrise, et qu'à la suite d'une fracture un tissu osseux nouveau se développe pour remplir le vide laissé entre les fragments de l'os brisé et les réunir. Mais c'est chez les animaux inférieurs que cette faculté régénératrice est portée à son plus haut degré : chacun sait que, lorsque la queue d'un lézard vient à être cassée, cet organe, d'une structure compliquée, ne tarde pas à repousser ; et on a constaté que, chez les araignées et les crabes, une patte nouvelle se développe à l'extrémité du moignon laissé par une patte brisée. Des expériences faites sur les salamandres ou lézards d'eau ont conduit à des résultats plus surprenants encore, tels que la reproduction d'un œil tout entier, et d'une grande partie de la tête ; enfin, les vers de terre et beaucoup d'autres annélides peuvent reproduire de la sorte la plus grande partie de leur corps ; et, chez les hydres ou polypes d'eau douce (*fig.* 2), un fragment quelconque du corps peut se compléter et devenir à son tour un animal parfait dans son espèce.

§ 171. Du reste, diverses circonstances, que nous n'avons pas le loisir d'examiner ici, peuvent modifier la marche du travail d'assimilation, l'activer, la ralentir, ou en changer la direction. C'est de la sorte que, dans certaines maladies, on voit la nutrition s'arrêter presque entièrement, et que dans d'autres certains tissus changent de nature. Il est aussi à noter que ce travail ne se fait pas avec la même rapidité dans toutes les parties du corps ; pour s'en assurer, il suffit d'observer les changements de forme qu'amènent souvent les progrès de l'âge ; car ces changements dépendent principalement de ce que certaines parties croissent plus rapidement que d'autres. Ainsi, depuis le moment de la naissance jusqu'à l'âge adulte, les membres du corps de l'homme grandissent plus vite que le tronc.

d'où il résulte qu'en général celui-ci est une portion d'autant moins considérable du tout, que la croissance s'est prolongée davantage.

§ 172. **Excrétion.** — *Pendant que les parties vivantes s'approprient de la sorte des molécules nouvelles et les incorporent à leur substance, il se fait aussi dans ces mêmes parties un mouvement de décomposition qui amène un résultat inverse, c'est-à-dire la séparation d'une portion des molécules constituantes des tissus organisés et leur expulsion au dehors.* Une foule d'expériences et d'observations démontrent l'existence de ce mouvement intestin, qui lui-même échappe à nos sens. Quant à son mécanisme, il nous est tout à fait inconnu, et nous ajouterons seulement que quelques faits nous portent à croire que c'est sous l'influence du contact de l'oxygène absorbé par la respiration, que les matières organisées dont se composent les tissus vivants sont peu à peu détruites et transformées en acide carbonique, en eau et en quelque produit très-azoté, tel que l'urée ou l'acide urique.

C'est en effet sous ces trois formes que les animaux expulsent au dehors la presque totalité des matières dont ils ont à débarrasser leur corps. L'acide carbonique s'échappe presque en entier par les organes de la respiration ; une portion de l'eau est exhalée par la surface pulmonaire et la peau sous la forme de transpiration insensible ; enfin, l'urée ou les substances qui la remplacent sortent avec une nouvelle quantité d'eau par les voies urinaires. Quant aux déjections alvines, elles se composent presque en entier du résidu des aliments laissés par la digestion, mêlé à une portion de la sécrétion biliaire, et par conséquent elles ne doivent pas être confondues avec les produits excrémentitiels du travail nutritif.

Ainsi, il paraîtrait probable que c'est pendant l'action du sang artériel sur les tissus que ceux-ci éprouvent la décomposition moléculaire, ayant pour résultat l'élimination d'une portion de leur substance, et que l'un des produits de cette réaction est l'acide carbonique, qui, dissous dans le sang, transforme ce liquide en sang veineux, et va ensuite s'exhaler par la surface respiratoire. Le sang est aussi le véhicule à l'aide duquel les autres produits du travail éliminatoire sont entraînés au loin et transportés jusque dans les organes chargés de les expulser ; organes parmi lesquels il faut ranger en première ligne les poumons et les reins, puis la peau, le foie et les membranes muqueuses en général, qui laissent continuellement suinter de leur surface de l'eau chargée de quelques sels et d'un peu de matière animale.

Dans le jeune âge, ce mouvement de décomposition est bien moins

actif que le mouvement d'assimilation, mais à l'âge adulte ces deux phénomènes deviennent égaux et se contre-balancent, de sorte que, malgré l'absorption active des matières étrangères par les voies respiratoires et digestives, le poids du corps demeure ordinairement stationnaire. Et cela doit être; car, si l'on tient un compte exact de tout ce qui entre sous la forme de l'air que nous respirons, et des boissons ou des aliments que nous avalons, on verra que la quantité totale d'oxygène, d'hydrogène, de carbone et d'azote, ainsi ingérée dans notre corps, est représentée exactement par celle de ces mêmes éléments expulsés sous la forme d'acide carbonique, d'eau, d'urée, etc.

§ 173. Il ne faut pas croire que toutes les substances nutritives absorbées soient réellement employées à l'assimilation, et que toutes les matières excrétées proviennent de la décomposition nutritive des organes; une certaine quantité des premières ne font pour ainsi dire que traverser le corps et s'échappent au dehors sans avoir servi, ou bien paraissent concourir à l'entretien de l'espèce de combustion déterminée dans la profondeur des tissus par l'oxygène inspiré; combustion qui tend en même temps à détruire ces mêmes tissus et qui a pour résultat la production de l'acide carbonique exhalé. Une autre portion des matières ingérées, tout en restant dans le corps, est employée, non pas à la nutrition des tissus vivants, mais à la production des humeurs sécrétées dans les différentes parties de l'économie. Enfin, lorsque ces matières nutritives dépassent de beaucoup les besoins du moment, la nature en met une portion en réserve pour être employée plus tard; car c'est là l'un des usages de la *graisse* (1), qui, dans beaucoup de circon-

(1) La *graisse* se dépose dans de petites vésicules membraneuses logées à leur tour dans le tissu cellulaire, et elle se compose essentiellement de deux matières particulières, l'*oléine* et la *stéarine*, dont l'une est liquide et l'autre solide à la température ordinaire; les proportions relatives de ces deux substances varient beaucoup chez les différents animaux, et il en résulte des différences correspondantes dans la consistance de leur graisse. En général, les principaux usages de cette matière sont tout mécaniques, et elle sert, comme le ferait un coussin élastique, pour protéger les organes qu'elle entoure; c'est ce qui se voit dans l'orbite, où l'œil repose sur une couche épaisse de graisse, a la plante des pieds où il s'en trouve aussi une quantité considérable, et dans d'autres parties du corps exposées à une pression considérable ou à des frottements fréquents. La graisse peut également, à raison de la lenteur avec laquelle elle laisse passer le calorique, contribuer à conserver la chaleur qui se dégage dans l'intérieur de notre corps; enfin elle peut aussi être considérée comme une espèce de réserve de matières nutritives déposées dans certaines parties du corps, afin de servir au travail de la combustion respiratoire lorsque l'animal ne pourra plus puiser au dehors les substances nécessaires à l'entretien de la vie; en effet, lorsque les personnes grasses restent long-temps sans manger, leur graisse est absorbée peu à peu; on remarque aussi

stances, se dépose en quantité si considérable dans certaines parties du corps, et qui disparaît ensuite pour peu que l'alimentation cesse d'être assez abondante.

Tels sont les principaux points de l'histoire des fonctions de nutrition, et nous devrions maintenant passer à l'examen des fonctions de la vie animale, s'il ne nous restait encore à dire quelques mots d'un phénomène très-important, qui paraît se lier d'une manière intime à la nutrition, savoir : la *production de la chaleur*.

DE LA CHALEUR ANIMALE.

§ 174. La faculté de produire de la chaleur paraît être commune à tous les animaux ; mais la plupart de ces êtres développent si peu de calorique qu'il ne peut être apprécié par nos thermomètres ordinaires, tandis que chez d'autres la production de chaleur est si grande qu'on n'a même pas besoin d'instruments de physique pour en constater l'existence. Pour mieux juger de cette différence, on n'a qu'à placer un lapin et un poisson ayant à peu près le même volume dans deux calorimètres, et à les y entourer de glace à la température de 0°; la quantité de ce corps fondu dans un temps donné sera proportionnelle à la quantité de chaleur développée par ces deux animaux. Or, dans l'instrument renfermant le poisson, la quantité de glace fondue dans l'espace de trois heures, par exemple, ne sera pas appréciable, tandis que, dans celui contenant le lapin, on trouvera, après le même laps de temps, plus d'une livre d'eau liquide, et pour fondre cette quantité de glace il faut autant de chaleur que pour échauffer, depuis la température de la glace fondante jusqu'à l'ébullition, environ trois quarts de ce poids d'eau ; or, cette chaleur n'a pu être fournie que par l'animal soumis à l'expérience.

Cette différence énorme dans la faculté de produire de la chaleur occasionne des différences correspondantes dans la température

que les animaux hibernants, qui passent une grande partie de la saison froide sans prendre d'aliments et plongés dans un état de léthargie, sont surchargés de graisse lorsqu'ils s'engourdissent, et sont au contraire très-maigres lorsqu'ils se réveillent de ce sommeil de plusieurs mois.

La graisse ne se dépose pas avec la même facilité dans toutes les parties du corps; elle abonde surtout entre les feuillets du mesentère (portion du péritoine qui enveloppe les intestins), autour des reins et sous la peau. Le repos exerce une grande influence sur son accumulation; les très-jeunes enfants sont ordinairement très-gras, mais, lorsqu'ils commencent à faire beaucoup d'exercice, leur graisse se dissipe peu à peu, et, tant que l'accroissement du corps est rapide, il est rare qu'il s'en dépose des quantités considérables.

des divers animaux. Un thermomètre placé dans le corps d'un chien ou d'un oiseau, par exemple, s'élèvera toujours à 36 ou 40 degrés (centigrades), tandis que, dans le corps d'une grenouille ou d'un poisson, il indiquera une température à peu près égale à celle de l'atmosphère au moment de l'expérience.

On donne le nom d'*animaux à sang froid* à ceux qui ne produisent pas assez de chaleur pour avoir une température propre et indépendante des variations atmosphériques; et on appelle *animaux à sang chaud* ceux qui conservent une température à peu près constante au milieu des variations ordinaires de chaleur et de froid auxquelles ils sont exposés. Les oiseaux et les mammifères sont les seuls êtres qui appartiennent à cette dernière catégorie; tous les autres animaux sont des animaux à sang froid.

§ 175. La température de l'homme et de la plupart des autres mammifères ne varie guère que de 36 à 40 degrés : celle des oiseaux s'élève à environ 42 degrés centigrades.

Du reste, la faculté de produire de la chaleur varie dans les divers animaux de ces deux classes, et varie aussi dans le même individu, suivant l'âge et les circonstances où il est placé. Ainsi la plupart des mammifères et des oiseaux produisent assez de chaleur pour conserver la même température en été et en hiver et pour résister aux causes ordinaires de refoidissement, même à un froid tres-vif. Mais il en est d'autres qui produisent seulement assez de chaleur pour élever leur température de 12 ou 15 degrés au-dessus de celle de l'atmosphère; il en résulte que, pendant l'été, leur température est à peu près la même que celle des autres animaux à sang chaud, mais que, pendant la saison froide, elle s'abaisse beaucoup; or, toutes les fois que ce refroidissement atteint une certaine limite, le mouvement vital se ralentit, et l'animal qui l'éprouve tombe dans un état de torpeur ou de sommeil léthargique qui dure jusqu'à ce que la température se relève de nouveau. On appelle *animaux hibernants* les êtres qui présentent ce singulier phénomène, et, sous ce rapport, ils sont en quelque sorte intermédiaires entre les animaux à sang chaud non hibernants et les animaux à sang froid.

§ 176. Dans les premiers temps de la vie, tous les animaux à sang chaud se rapprochent aussi plus ou moins des animaux à sang froid; de même que ces derniers, ils ne produisent, en général, pas assez de chaleur pour conserver leur température, lorsqu'ils sont exposés à des causes de refroidissement même très-légères. Mais l'abaissement de température, qui est sans inconvénient pour les animaux à sang froid, agit sur ceux-ci d'une manière bien différente; car

toutes les fois qu'il est porté au delà d'un certain degré, ou qu'il dure pendant un temps déterminé, la mort en est la suite. Sous le rapport de la faculté de produire de la chaleur, les jeunes animaux à sang chaud qui naissent les yeux ouverts, et qui, aussitôt après la naissance, peuvent courir et chercher leur nourriture, diffèrent bien moins des adultes que les mammifères qui naissent les yeux fermés, ou des oiseaux qui, au sortir de l'œuf, ne sont pas encore couverts de plumes. Si on tient des chats ou des chiens nouveau-nés, par exemple, éloignés pendant un certain temps de leur mère et exposés à l'air, même en été, ils se refroidissent au point d'en mourir.

Les enfants produisent aussi bien moins de chaleur dans les premiers jours qui suivent leur naissance qu'à une époque plus avancée de leur vie; leur température s'abaisse alors très-facilement, et l'influence du froid leur est très-nuisible; aussi, pendant l'hiver, en meurt-il un bien plus grand nombre que pendant le reste de l'année.

§ 177. La cause de la production de la chaleur dans le corps des animaux paraît être l'action que le sang artériel exerce sur les tissus, sous l'influence d'un système nerveux. En effet, il existe un rapport évident entre la faculté de produire de la chaleur, l'intensité de l'action nerveuse, la richesse du sang et la transformation plus ou moins rapide du sang veineux en sang artériel.

On a constaté par l'expérience que tout ce qui tend à affaiblir considérablement l'action du système nerveux tend aussi à diminuer la production de la chaleur. Ainsi, lorsqu'on détruit le cerveau ou la moelle épinière d'un chien, et qu'en imitant, par des moyens artificiels, le mécanisme à l'aide duquel l'air se renouvelle dans ses poumons, on entretient la vie de l'animal, la production de la chaleur cesse néanmoins, et le corps se refroidit aussi rapidement que le ferait un cadavre placé dans les mêmes circonstances. En paralysant l'action du cerveau au moyen de certains poisons énergiques, tels que l'opium, on produit encore le même effet, et ces expériences, variées de diverses manières, ont mis hors de doute que l'une des conditions nécessaires au développement de la chaleur animale est l'influence que le système nerveux exerce sur le reste du corps.

D'un autre côté, l'action du sang sur les organes paraît être également indispensable à la manifestation de ce phénomène : car, la suspension de la circulation de ce liquide, dans une partie quelconque du corps, est suivie du refroidissement de cette partie, et il existe un rapport remarquable entre la faculté de produire de la chaleur chez les divers animaux et la richesse de leur sang. Les oiseaux, qui sont de tous les animaux ceux dont la température

est la plus élevée, sont aussi ceux dont le sang est le plus chargé de particules solides (en général de 14 ou 15 parties sur 100); les mammifères, dont la température est un peu moins élevée, ont aussi le sang plus aqueux; en général, le poids des globules et de la fibrine ne constitue que les 9 ou 12 centièmes du poids total de ce liquide; enfin chez les animaux à sang froid, tels que les grenouilles et les poissons, on ne trouve guère au delà de 6 centièmes de globules et de fibrine pour 94 parties de sérum.

Mais l'action du système nerveux et d'un sang plus ou moins riche ne sont pas les seules circonstances qui influent sur la production de la chaleur animale; pour que le liquide nourricier exerce sur l'économie l'action nécessaire à l'exercice de cette faculté, il faut qu'il ait toutes les propriétés qui caractérisent le sang artériel; et, comme il ne les acquiert que par la respiration, on voit que le développement du calorique doit être dépendant aussi de cette dernière fonction. En effet, toutes les causes qui rendent la transformation du sang veineux en sang artériel moins complète ou moins rapide tendent aussi à diminuer la faculté productrice de la chaleur, et il existe toujours un rapport intime entre elle et l'activité de la respiration.

La formation de l'acide carbonique, dont l'exhalation est l'un des phénomènes les plus remarquables de la respiration des animaux, peut même nous expliquer la cause de la production de la majeure partie de la chaleur développée par ces êtres. Si l'oxygène absorbé pendant la respiration est employé à former ce gaz par son union avec du carbone provenant du sang ou des tissus vivants, comme nous avons tout lieu de le croire, cette combinaison doit être accompagnée d'un dégagement de chaleur, de même qu'il s'en dégage lors de la combustion du charbon à l'air. Or, la production de l'acide carbonique paraît s'effectuer dans la profondeur de toutes les parties animées du mouvement nutritif, et par conséquent, si ce phénomène est réellement la principale cause de la chaleur animale, cette chaleur doit se développer à la fois dans tous les points de l'économie: et effectivement, elle n'émane pas d'un foyer unique, tel que les poumons, comme quelques physiologistes le croient, mais se dégage en quantité plus ou moins considérable de tous les tissus vivants.

Des expériences nombreuses, et faites avec une précision extrême, montrent que la chaleur que produirait la combustion du carbone contenu dans le gaz acide carbonique exhalé par les animaux à sang chaud, est égale à plus de la moitié de la quantité totale de calorique dégagée par ces êtres. Et, si l'on admet que

l'oxygène absorbé, sans être remplacé par de l'acide carbonique, se combine dans l'intérieur du corps avec de l'hydrogène pour former de l'eau, on voit que la chaleur produite par cette combustion et celle du carbone, dont il a déjà été question, équivaut à la totalité de celle développée par l'animal.

En dernière analyse, nous voyons donc que la respiration est probablement la cause primitive de la production de la chaleur animale, puisqu'elle fournit au sang l'oxygène qui paraît servir à brûler pour ainsi dire une portion du carbone contenu dans la substance des organes ; mais nous voyons aussi que cette espèce de combustion est, suivant toute probabilité, l'une des suites du travail nutritif, travail qui résulte de l'action du sang artériel sur les tissus vivants, et qui ne semble s'effectuer que sous l'influence du système nerveux.

Du reste, cette fonction importante ne s'exerce pas avec la même énergie dans toutes les parties du corps ; celles où le sang circule avec le plus d'abondance et de rapidité (et où, par conséquent, la vie est le plus active) sont aussi celles où il se dégage le plus de chaleur : il en résulte que les organes les plus éloignés du cœur doivent être, toutes choses égales d'ailleurs, ceux qui produisent le moins de chaleur, et qui, par conséquent, se refroidissent le plus facilement. C'est ce qu'on observe en effet ; la température de nos membres est moins élevée que celle du tronc, et, lorsque nous sommes exposés à l'action d'un froid intense, ce sont ces parties qui se gèlent les premières.

§ 178. La faculté de produire de la chaleur nous explique pourquoi les animaux à sang chaud ont une température qui peut se soutenir au-dessus de celle de l'atmosphère dont ils sont environnés. Mais comment se fait-il que ces êtres puissent conserver encore la même température lorsqu'ils sont placés dans de l'air plus chaud que leur corps ? Un homme, par exemple, peut rester pendant un certain temps dans une étuve sèche où l'air est échauffé même à un degré voisin de celui de l'eau bouillante, sans que la chaleur de son corps augmente notablement, et s'élève au delà de 2 ou 3 degrés.

La faculté de résister ainsi à la chaleur dépend de l'évaporation d'eau qui a lieu continuellement à la surface de la peau ou dans l'appareil de la respiration, et qui constitue la *transpiration cutanée* et *pulmonaire :* car l'eau, pour se transformer en vapeur, enlève du calorique à tout ce qui l'environne, et par conséquent refroidit le corps à mesure que la chaleur extérieure l'échauffe. C'est par la même cause que l'eau placée dans les vases poreux

nommés *alcarazas* (1) se refroidit si promptement, même au milieu de l'été. Or, la quantité d'eau qui s'évapore ainsi augmente avec la température de l'air, et il en résulte une cause de refroidissement d'autant plus puissante que la chaleur de l'atmosphère est elle-même plus grande.

2° DES FONCTIONS DE RELATION.

§ 179. En faisant l'énumération des diverses facultés dont les animaux sont doués, nous avons vu que les unes étaient exclusivement destinées à assurer l'existence de ces êtres, tandis que d'autres servaient à leur faire connaître ce qui les entoure. Les premières constituent les fonctions de nutrition, dont nous venons de faire l'étude; les secondes, les fonctions de relation, dont nous allons maintenant nous occuper.

§ 180. Lorsqu'on examine ce qui se passe chez un animal dont la structure est des plus simples, et dont les facultés sont les plus bornées, on remarque d'abord qu'il se meut, et que les mouvements qu'il exécute sont déterminés et dirigés par une cause intérieure. Parmi ces mouvements, il en est qui se répètent de la même manière, quelles que soient les circonstances où l'animal se trouve, et qui ne peuvent être modifiés par lui. Mais il en est aussi d'autres qui varient suivant les besoins de l'animal et sont soumis à l'empire d'une puissance intérieure, que l'on désigne sous le nom de *volonté*.

Ces deux ordres de phénomènes constituent deux des fonctions les plus importantes de la vie de relation, savoir : la *contractilité*, ou la faculté d'exécuter des mouvements spontanés, et la *volonté*, dont dépend la faculté d'exciter cette contractilité et d'en varier les effets, dans la vue d'arriver à un résultat prévu par l'animal.

Il est une autre propriété inhérente à tous les êtres animés et qui est encore plus remarquable : c'est la *sensibilité*, ou la faculté de recevoir des impressions des objets extérieurs et d'en avoir la conscience.

Ces trois facultés paraissent être communes à tous les animaux, mais ce ne sont pas les seules qu'on observe chez les êtres animés.

(1) Ces vases laissent suinter l'eau qu'ils renferment et ont ainsi une surface constamment humectée, où se fait une évaporation rapide qui refroidit le liquide contenu dans leur intérieur. C'est par la même cause que l'on éprouve une sensation de froid si vif lorsqu'on verse de l'éther sur la peau et que l'on souffle sur la partie ainsi mouillée.

On remarque qu'il existe chez tous une force intérieure qui les porte à faire certaines actions utiles à leur conservation, mais dont ils ne peuvent certainement pas prévoir le résultat, et dont la cause ne dépend d'aucun besoin apparent. Ainsi, une foule d'animaux construisent, avec l'art le plus admirable, des demeures destinées à loger leur progéniture, et calculées de manière à répondre à tous les besoins des jeunes, et ils le font toujours de la même manière et avec la même habileté, même lorsque, éloignés de leurs semblables depuis le moment de leur naissance, ils n'ont jamais vu exécuter des travaux analogues. D'autres, à une époque déterminée de l'année, émigrent vers des pays lointains dont le climat leur sera plus favorable, et s'y dirigent avec assurance, comme si le but de leur voyage était devant leurs yeux.

On donne le nom d'*instinct* a la cause qui porte ainsi les animaux à exécuter certains actes déterminés, qui ne sont pas l'effet de l'imitation, et qui ne sont pas le résultat du raisonnement. Ces espèces de penchants varient, pour ainsi dire, dans chaque animal, et les phénomènes qui en résultent sont tantôt d'une simplicité extrême, et tantôt d'une complication qui étonne.

D'autres êtres plus privilégiés jouissent encore de *facultés intellectuelles,* ou du pouvoir de rappeler à l'esprit les idées produites précédemment par les sensations, de les comparer, d'en tirer des idées générales, et d'en déduire des motifs de conduite.

Enfin, il est aussi quelques animaux qui jouissent de la faculté de communiquer à leurs semblables les idées qui les occupent, soit à l'aide de certains mouvements, soit en produisant des sons divers.

Les phénomènes variés, à l'aide desquels les animaux se mettent en relation avec les objets qui les environnent, peuvent, comme on le voit, se rapporter à six facultés principales : la *sensibilité,* la *contractilité*, la *volonté,* l'*instinct*, l'*intelligence*, l'*expression.* Les quatre premières existent chez tous les animaux, les deux dernières chez un petit nombre seulement, et la manière dont les uns et les autres s'exécutent varie presque à l'infini.

Chez quelques animaux d'une structure très-simple, les polypes par exemple, les diverses facultés de la vie de relation ne sont l'apanage d'aucun organe particulier, toutes les parties peuvent sentir et se mouvoir sans le concours d'un autre organe; mais, chez l'homme et chez l'immense majorité des animaux, l'exercice de toutes ces fonctions est dépendant de l'action d'une partie déterminée du corps qui porte le nom de *système nerveux.*

DU SYSTÈME NERVEUX.

§ 181. Ce système est formé par une substance particulière, molle et pulpeuse, qui est presque fluide dans les premiers temps de la vie, et qui acquiert plus de consistance à mesure que l'homme s'avance vers l'âge mûr. L'aspect de cette substance, que l'on nomme *tissu nerveux*, varie beaucoup : tantôt elle est blanche, d'autres fois grise ou cendrée ; tantôt aussi elle forme des masses plus ou moins considérables, et d'autres fois elle constitue des cordons allongés et ramifiés. Ces derniers organes portent le nom de *nerfs*, et les premiers celui de *ganglions* ou de *centres nerveux*, car ils servent de point de réunion pour tous les filaments dont il vient d'être question.

§ 182. Dans l'homme et dans tous les animaux qui s'en rapprochent le plus, l'appareil nerveux se compose de deux parties appelées *système nerveux de la vie animale* ou *cérébro-spinal*, et *système nerveux de la vie organique* ou *ganglionaire*, et chacun de ces systèmes se compose, à son tour, de deux parties, l'une centrale, formée de masses nerveuses plus ou moins considérables ; l'autre périphérique, formée de nerfs qui se rendent, de ces centres, aux diverses parties du corps (*fig.* 54).

§ 183. **Système cérébro-spinal de l'homme**. — La portion centrale du système cérébro-spinal est souvent désignée sous le nom d'axe cérébro-spinal, ou d'*encéphale*. Elle se compose essentiellement du cerveau, du cervelet et de la moelle épinière, et elle est logée dans une gaîne osseuse formée par le crâne et la colonne vertébrale, ou épine du dos.

§ 184. **Enveloppes de l'encéphale**. — Diverses membranes entourent aussi l'encéphale, et servent à fixer ou à protéger cet organe, dont la structure est très-délicate, et dont l'importance est extrême.

La première de ces tuniques porte le nom de *dure-mère* : c'est une membrane fibreuse, ferme, épaisse, blanchâtre, et comme moirée, qui adhère, par plusieurs points de sa surface extérieure, aux parois du crâne et au canal vertébral, et qui forme autour du système nerveux une gaine très-résistante. A sa face intérieure, on remarque plusieurs replis qui s'enfoncent dans des sillons plus ou moins profonds de la masse nerveuse encéphalique, et forment des espèces de cloisons qui empêchent ces parties de se déplacer et les soutiennent de façon qu'elles ne pèsent point les unes sur les autres, quelle que soit la position du corps. Enfin, il existe dans

son épaisseur des canaux veineux très-vastes, qui portent le nom de *sinus de la dure-mère,* et qui servent de réservoir pour le sang provenant des diverses parties de l'encéphale.

En dedans de la dure-mère se trouve une seconde tunique, nommée *arachnoïde,* à cause de sa ténuité et de sa transparence, qui l'ont fait comparer à une toile d'araignée. Elle appartient à la classe des membranes séreuses, et représente une sorte de sac sans ouverture, replié sur lui-même, qui enveloppe l'encéphale et tapisse les parois de la cavité de la dure-mère, de la même manière que la plèvre enveloppe les poumons, et le péritoine les intestins. Son principal usage est de fournir un liquide qui baigne cet organe et en facilite les mouvements.

Enfin, on trouve encore au-dessous de l'arachnoïde une troisième tunique cellulaire, qui manque dans certaines parties et qui est appelée la *pie-mère.* Ce n'est pas une membrane proprement dite, mais une trame cellulaire et à peine consistante, dans laquelle se ramifient et s'entrelacent, dans mille directions différentes, une multitude de vaisseaux sanguins plus ou moins fins et tortueux qui proviennent de l'encéphale, ou qui vont se répandre dans sa substance. En effet, la circulation du sang dans l'encéphale se fait d'une manière toute particulière. Les artères, avant que de pénétrer dans cet organe, dont la texture est extrêmement délicate, se réduisent en vaisseaux capillaires, et cette division a pour but de modérer la force avec laquelle le sang y arrive.

§ 185. **Encéphale.** — L'axe cérébro-spinal, qui est protégé par ces diverses enveloppes, se compose, comme nous l'avons déjà dit, de plusieurs organes distincts; mais toutes ces parties sont intimement unies entre elles et peuvent être considérées comme une continuation les unes des autres. Sa portion antérieure ou supérieure est très-volumineuse et occupe l'intérieur du crâne : c'est à elle surtout que convient le nom d'*encéphale.* On y distingue deux parties principales, le *cerveau* et le *cervelet :* l'un et l'autre se continuent inférieurement avec un gros cordon nerveux, logé dans la colonne épinière et appelé la *moelle épinière.*

(1) *a* Cerveau; — *b* cervelet; — *c* moelle épinière; — *d* nerf facial; — *e* plexus brachial formé par la réunion de plusieurs nerfs qui proviennent de la moelle épinière; — *f* nerf médian du bras; — *g* nerf cubital; — *h* nerf cutané interne du bras; — *i* nerf radial et nerf musculo-cutané du bras; — *j* nerfs intercostaux; — *k* plexus fémoral formé par plusieurs nerfs lombaires et donnant naissance au nerf crural; — *l* plexus sciatique donnant naissance au nerf principal des membres inférieurs, lequel se divise ensuite pour former le nerf tibial (*m*), le nerf péronier externe (*n*), le nerf saphène externe (*o*), etc.

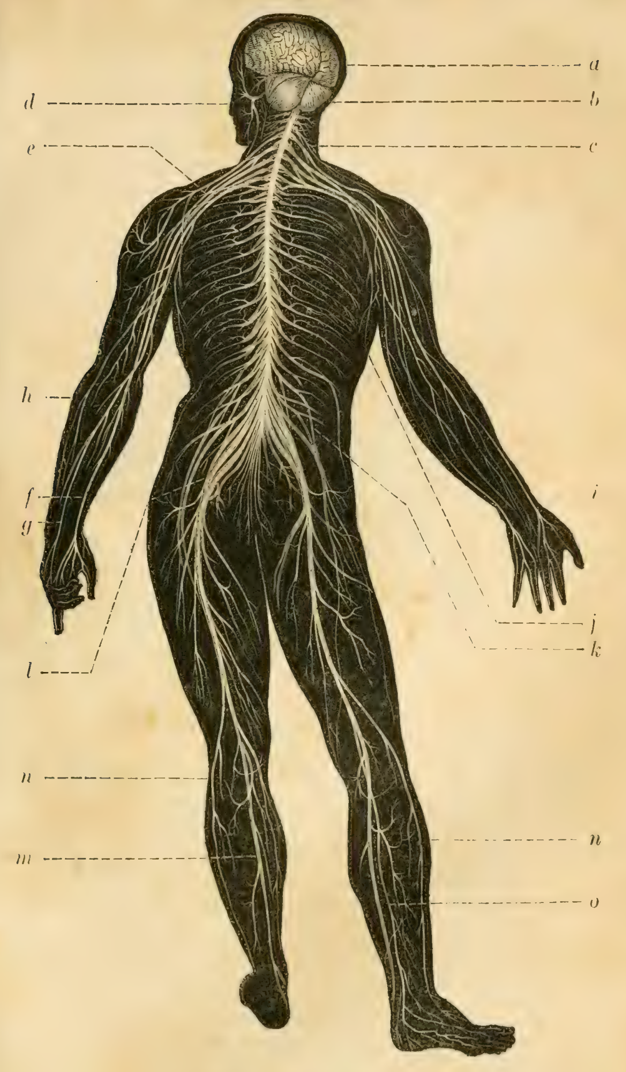


Fig. 54. Système nerveux (1).

§ 186. **Cerveau** — Le *cerveau* (*fig.* 54 *a*; *fig.* 55 et 56, *a*, *b*, *c*) est la portion la plus volumineuse de l'encéphale de l'homme : il occupe toute la partie supérieure du crâne depuis le front jusqu'à l'occiput. Sa forme est celle d'un ovoïde, dont la grosse extrémité

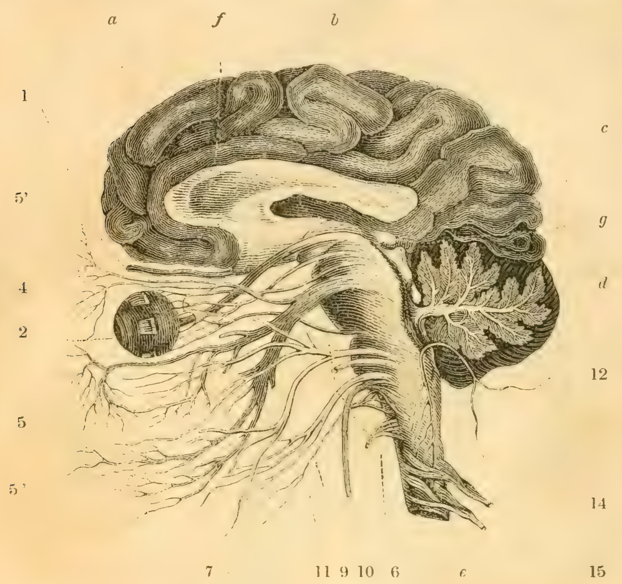


Fig. 55. *Coupe du cerveau, etc.* (1).

(1) Coupe verticale du cerveau, du cervelet et de la moelle allongée : — *a* lobe antérieur du cerveau ; — *b* lobe moyen ; — *c* lobe postérieur du cerveau ; — *d* cervelet ; — *e* moelle épinière ; — *f* coupe du corps calleux situé au fond de la scissure qui sépare les deux hémisphères du cerveau ; au-dessous de cette bande transversale de matière blanche, se trouvent les ventricules latéraux du cerveau ; — *g* lobes optiques cachés sous la face inférieure du cerveau ; — 1 nerfs olfactifs ; — 2 œil dans lequel vient se terminer le nerf optique dont on peut suivre la racine sur les côtés de la protubérance annulaire jusqu'aux lobes optiques. Derrière l'œil on voit le nerf de la troisième paire ; — 4 nerf de la quatrième paire, qui se distribue, comme le précédent, aux muscles de l'œil ; — 5 branche maxillaire supérieure du nerf de la cinquième paire ; — 5' branche ophthalmique du même nerf ; 5'' branche maxillaire inférieure du même nerf ; — 6 nerf de la sixième paire se rendant aux muscles de l'œil ; — 7 nerf facial ; au-dessous de l'origine de ce nerf on voit un tronçon du nerf acoustique ; — 9 nerf de la neuvième paire ou nerf glosso-pharyngien ; — 10 nerf pneumo-gastrique ; — 11 nerf de la onzième paire, ou nerf hypoglosse ; — 12 nerf de la douzième paire ou nerf spinal ; — 14 et 15 nerfs cervicaux.

est tournée en arrière ; sa face supérieure est assez régulièrement bombée ; sur les côtés il est un peu comprimé, et en dessous il est aplati. On y distingue d'abord deux moitiés latérales, nommées *hémisphères du cerveau*, et séparées par une scissure profonde, dans laquelle s'enfonce une cloison verticale, formée par un repli de la dure-mère et appelée, à cause de sa forme, la faux cérébrale. En avant et en arrière, cette scissure divise le cerveau dans toute sa hauteur; mais, au milieu, elle n'en occupe que la partie supérieure, et est bornée inférieurement par une lame médullaire, qui s'étend d'un hémisphère à l'autre, et qui se nomme *corps calleux* ou mésolobe (*fig*. 55, *f*). La surface de ces hémisphères est creusée par un grand nombre de sillons tortueux et irréguliers et plus ou moins profonds, qui séparent des éminences, arrondies sur les bords, contournées sur elles-mêmes et ayant quelque ressemblance avec les replis de l'intestin grêle dans l'abdomen. Ces éminences portent le nom de *circonvolutions du cerveau*, et les sillons qui les séparent et qui logent des replis de la lame intérieure de l'arachnoïde sont appelés *anfractuosités*. Ils sont plus ou moins profonds, et il est à remarquer que, dans l'enfant naissant et dans la plupart des animaux, même les plus voisins de l'homme, les circonvolutions sont peu prononcées. A la face inférieure du cerveau, on distingue encore dans chaque hémisphère trois *lobes*, séparés entre eux par des sillons transversaux, et désignés sous le nom de lobes antérieur, moyen et postérieur (*b*, *c*, *d*, *fig*. 56); on remarque aussi dans cette partie du cerveau deux éminences arrondies, placées près de la ligne médiane (*éminences mamillaires*), et deux pédoncules très-gros, qui semblent sortir de la substance de cet organe, pour se continuer avec la moelle épinière (*cuisses du cerveau* ou *pédoncules cérébraux*). C'est également de cette partie du cerveau que sortent les nerfs auxquels ce viscère donne naissance.

La surface du cerveau est presque entièrement formée de substance nerveuse grise ; mais, dans son intérieur, on ne trouve guère que de la substance blanche. Lorsqu'on incise cet organe, on voit aussi qu'il existe dans son intérieur diverses cavités qui communiquent toutes au dehors, et qui sont appelées les *ventricules du cerveau* (*fig*. 55, *f*).

§ 187. **Cervelet**. — Le *cervelet* est placé au-dessous de la partie postérieure du cerveau (*fig*. 54, *b*; *fig*. 55, *d*, et *fig*. 56, *e*), et n'a pas le tiers du volume de cet organe, même chez l'homme adulte, où il est proportionnellement plus gros que chez l'enfant. On y distingue, comme au cerveau, deux hémisphères ou lobes latéraux séparés par une rainure et un lobe moyen situé en arrière et en

bas, dans l'enfoncement dont nous venons de parler. La surface des hémisphères et du lobe moyen est formée par de la matière grise et ne présente point de circonvolutions, mais un grand nombre de sillons à peu près droits et placés parallèlement les uns à côté des autres, de façon à diviser cet organe en une multitude de lames disposées comme les feuilles d'un livre. Inférieurement le cervelet se continue avec la moelle épinière au moyen de deux pédoncules courts et gros, et dans le même point il entoure ce dernier organe par une bande de substance blanche qui se porte transversalement d'un hémisphère à l'autre, en passant au-devant de la moelle épinière, avec laquelle elle est intimement unie, et qui porte le nom de *protubérance annulaire* ou de *pont de Varole* (1).

§ 188. **Lobes optiques**. — Lorsqu'on soulève les lobes postérieurs du cerveau, on voit, entre cet organe et le cervelet, quatre petites éminences arrondies, placées par paires de chaque côté de la ligne médiane (*fig.* 55, *g*). Elles s'élèvent sur la face supérieure des prolongements médullaires, qui se portent du cerveau à la moelle épinière, et constituent ce que les anatomistes appellent les *lobes optiques* ou *tubercules quadrijumeaux*, dont nous aurons souvent à parler dans la suite de ces leçons.

§ 189. **Moelle épinière**.— La *moelle épinière* (*fig.* 54, *c*, et *fig.* 56, *f*) est en quelque sorte un prolongement du cerveau et du cervelet. Elle a la forme d'une grosse corde et présente, en avant comme en arrière, un sillon médian et longitudinal qui la divise en deux moitiés latérales et symétriques. A son extrémité supérieure (à laquelle les anatomistes donnent le nom de *moelle allongée*), on remarque divers renflements appelés *corps olivaires*, *pyramidaux* et *restiformes*, et de chaque côté on en voit sortir successivement un grand nombre de nerfs dont les premiers se dirigent directement en dehors, mais dont les derniers descendent de plus en plus obliquement, de façon que la moelle épinière paraît se terminer en se divisant en un grand nombre de filaments longitudinaux, disposés à peu près comme les crins d'une queue de cheval (*fig.* 56, *j*), ressemblance grossière qui a valu à cette partie le nom de l'objet auquel on l'a comparée. Au niveau de l'origine des nerfs qui se distribuent aux membres thoraciques, la moelle épinière présente un renflement bien sensible; elle se rétrécit ensuite, et son volume augmente de nouveau vers la partie d'où naissent les nerfs des membres abdominaux; enfin son extrémité inférieure est très-grèle et se trouve vers la partie supérieure de la région lombaire de la colonne vertébrale.

(1) Ainsi nommé en l'honneur d'un anatomiste célèbre du XVI[e] siècle, Varoli.

La moelle épinière se compose, comme le cerveau et le cervelet, de deux substances médullaires de couleurs différentes ; mais ici la matière grise, au lieu d'être située à la surface de l'organe, en occupe la profondeur, et c'est la matière blanche qui la recouvre. La gaîne, formée par la dure-mère, n'est pas occupée en entier par la moelle épinière, mais est distendue par une quantité considérable de liquide au milieu duquel celle-ci est suspendue, disposition admirablement bien calculée pour la préserver des pressions ou des commotions qui pourraient résulter des mouvements trop violents de la colonne vertébrale ou de toute autre cause, et qui produiraient sur cette partie du système nerveux des accidents encore plus graves que sur le cerveau.

§ 190. **Structure de l'encéphale** — Nous avons dit que la substance qui forme l'axe cérébro-spinal était molle et pulpeuse ; dans la matière blanche on peut cependant distinguer des fibres, et l'étude de la marche qu'elles suivent conduit à l'explication de certains phénomènes des plus remarquables.

La moelle épinière présente, comme nous l'avons déjà dit, deux moitiés qui sont unies entre elles par des bandelettes formées principalement de fibres médullaires transversales ; de chaque côté on trouve aussi, dans la substance

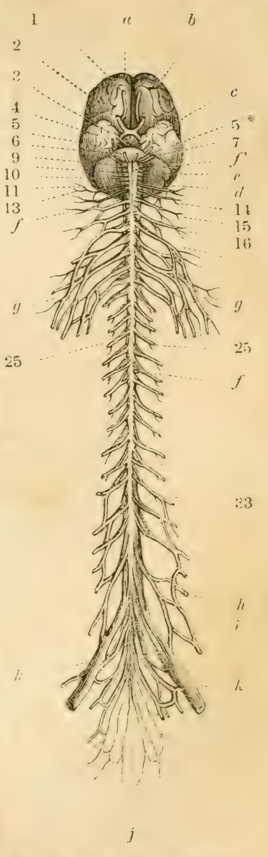


Fig. 56. *Axe cérébro-spinal* (1).

(1) Système nerveux cérébro-spinal vu par sa face antérieure (les nerfs étant coupés à peu de distance de leur origine) : — *a* cerveau ; — *b* lobe antérieur de l'hémisphère gauche du cerveau ; — *c* lobe moyen ; — *d* le lobe postérieur, presque entièrement caché par le cervelet ; — *e* cervelet ; — *f'* moelle allongée ; — *f* moelle épinière ; — 1 nerfs de la première paire ou nerfs olfactifs ; — 2 nerfs optiques ou nerfs de la seconde paire ; — 3 nerfs de la troisième paire qui naissent derrière l'entrecroisement des nerfs optiques, au-devant du pont de Varole et au-dessus des pédoncules du cerveau ; — 4 nerfs de la quatrième paire ; — 5 nerfs trifaciaux ou de la cinquième paire ; — 6 nerfs de la sixième paire, couchés sur le pont de Varole ; — 7 nerfs de la septième paire ou nerfs faciaux, et nerfs de la huitième

blanche de cet organe, un grand nombre de fibres longitudinales, qui à la partie supérieure se réunissent en six faisceaux principaux. Quatre de ces faisceaux occupent la face antérieure de la moelle allongée; ils constituent les renflements désignés sous le nom de pyramides antérieures et corps olivaires, et ils pénètrent dans le cerveau. Une partie des fibres des pyramides présentent une particularité très-remarquable : celles du côté droit se portent à gauche et celles du côté gauche à droite. Ce n'est qu'après cet entrecroisement qu'elles s'enfoncent dans la protubérance annulaire, et en continuant leur marche en avant constituent les pédoncules du cerveau. Ces fibres divergent ensuite et se répandent dans les circonvolutions inférieures, antérieures et supérieures des lobes antérieurs et moyens du cerveau. Les fibres longitudinales qui sortent des éminences olivaires montent, comme celles des pyramides, à travers la protubérance annulaire, et vont former la partie postérieure et interne des pédoncules cérébraux; elles traversent, comme celles des pyramides, diverses masses de substance grise, augmentent de volume et de nombre, et en suivant des directions différentes forment diverses parties du cerveau, telles que les couches des nerfs optiques et les corps striés; enfin elles s'épanouissent dans les circonvolutions dont la masse entière constitue les hémisphères cérébraux; par l'intermédiaire d'autres fibres transversales, les deux moitiés du cerveau communiquent entre elles, et ces fibres forment le corps calleux dont nous avons déjà parlé, ainsi que plusieurs autres bandes transversales désignées par les anatomistes sous le nom général de *commissures*.

Les fibres longitudinales des pyramides postérieures de la moelle épinière se réunissent à quelques fibres venant des parties voisines de la moelle allongée, et constituent ainsi les pédoncules du cervelet, qui plongent jusqu'au centre de l'hémisphère correspondant de cet organe, et envoient vers sa circonférence une multitude de feuillets qui se subdivisent et forment, par leur assemblage, des espèces de rameaux enveloppés de matière grise et appelés par quelques anatomistes l'*arbre de vie* (*fig*. 55, *d*). On distingue aussi,

paire ou nerfs acoustiques; — 9 nerfs de la neuvième paire ou glosso-pharyngiens; — 10 nerfs de la dixième paire ou pneumo-gastriques; — 11 nerfs des onzième et douzième paires; — 13 nerfs de la treizième ou nerfs sous-occipitaux; — 14, 15, 16 trois premières paires de nerfs cervicaux, — *g* nerfs cervicaux formant le plexus brachial; — 25 l'une des paires de nerfs de la partie dorsale de la moelle épinière; — 33 l'une des paires de nerfs lombaires; — *h* nerfs lombaires et sacrés formant les plexus d'où naissent les nerfs des membres inférieurs; — *i* et *j* terminaison de la moelle épinière appelée queue de cheval; — *k* grand nerf sciatique se rendant aux membres inférieurs.

dans le cervelet, des fibres transversales, qui font communiquer entre eux les deux hémisphères. Une partie de celles-ci entourent la moelle allongée en avant et forment la protubérance annulaire, dont il a déjà été question.

§ 191. **Nerfs.** — Les *nerfs*, qui naissent de l'encéphale et qui établissent la communication entre ce système et les diverses parties du corps, sont au nombre de quarante-trois paires (voy. *fig.* 54, page 125, et *fig.* 56, page 129). Ils proviennent tous de la moelle épinière ou de la base du cerveau, et on les distingue, d'après leur position, par des numéros d'ordre, en procédant d'avant en arrière. Les douze premières paires naissent de l'encéphale (*fig.* 55) et sortent de la boîte osseuse du crâne par les divers trous situés à sa base. Les trente et une paires suivantes proviennent de la portion de la moelle épinière, qui est renfermée dans le canal vertébral, et sortent de cette gaîne osseuse par des trous situés de chaque côté entre les vertèbres.

Chacun de ces nerfs se compose d'un grand nombre de faisceaux formés par des fibres médullaires, et entourés d'une membrane nommée *névrilème*. Ces fibres élémentaires sont en général d'une ténuité extrême, et se portent parallèlement entre elles d'une extrémité du cordon nerveux à l'autre, sans jamais se réunir ni se diviser ; par leur extrémité supérieure, elles se continuent aussi sans interruption avec les fibres de la moelle épinière ou de la base du cerveau ; et, par leur extrémité opposée, elles vont se terminer dans les organes auxquels elles sont destinées. En général, les différents faisceaux de fibres médullaires appartenant au même nerf ne sont pas tous réunis au moment où ils quittent l'encéphale, et il en résulte que le nerf présente à son origine plusieurs *racines ;* à mesure qu'ils s'éloignent de ce point, ces faisceaux se séparent pour se rendre à des parties différentes, de façon que le nerf lui-même semble se diviser successivement en branches, en rameaux et en ramuscules ; quelquefois aussi, certains de ces faisceaux ou de leurs fibres constitutives, après s'être séparés de la sorte, vont s'accoler à quelques nerfs voisins pour en suivre le trajet, et il en résulte ce que les anatomistes appellent des *anastomoses* (1) ou des

(1) Les nerfs ayant été regardés par quelques anatomistes comme étant des canaux destinés à conduire le fluide nerveux, on a donné le nom d'*anastomoses* à la réunion de leurs branches ou de leurs rameaux ; mais ce mot, comme nous l'avons déjà dit, signifie réellement un abouchement ou une communication entre deux vaisseaux, et, par conséquent, ne devrait pas être employé ici, car, lorsqu'une fibre nerveuse se sépare d'un nerf pour s'accoler à un autre, elle ne se confond avec aucune des fibres de celle-ci et continue son trajet sans interruption jusque dans la partie à laquelle elle est destinée.

plexus (1). Enfin, lorsqu'une branche nerveuse est parvenue dans l'organe où elle doit se rendre, ses fibres primitives s'y répandent et s'y terminent presque toujours en formant des anses.

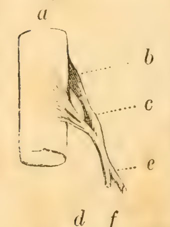


Fig. 57 (2).

Les nerfs qui sortent de la moelle épinière en naissent par deux racines composées chacune de plusieurs faisceaux (*fig.* 57); l'une de ces racines provient de la partie antérieure de cet organe, l'autre de sa partie postérieure; et cette dernière racine, avant que de se réunir à la première, présente un renflement ou *ganglion*, composé en partie de substance médullaire grise. Quelques-uns des nerfs cérébraux présentent une disposition semblable, mais il en est d'autres qui n'en offrent aucune trace; et, comme nous le verrons bientôt, cette différence est indicative d'autres particularités dans les propriétés physiologiques de ces cordons médullaires.

§ 192. **Système ganglionaire.** — Le *système nerveux ganglionaire*, appelé aussi *nerf grand sympathique*, ou *système nerveux de la vie organique*, se compose d'un certain nombre de petites masses nerveuses bien distinctes, mais liées entre elles par des cordons médullaires, et de divers nerfs qui vont s'anastomoser avec ceux du système cérébro-spinal, ou se distribuer dans les organes voisins. Ces centres nerveux portent le nom de *ganglions* : on en trouve à la tête, au cou, dans le thorax et dans l'abdomen. La plupart d'entre eux sont placés symétriquement de chaque côté de la ligne médiane au-devant de la colonne vertébrale, et forment ainsi une double chaîne depuis la tête jusqu'au bassin; mais on en trouve aussi dans d'autres parties : près du cœur, et dans le voisinage de l'estomac, par exemple.

Les nerfs du système cérébro-spinal se rendent aux organes des sens, à la peau, aux muscles, etc.; ceux qui font partie du système ganglionaire se distribuent aux poumons, au cœur, à l'estomac, aux intestins, aux parois des vaisseaux sanguins. En un mot, les

(1) Plexus (de *plecto*, j'entremêle) est le nom que l'on donne à une espèce de lacis formé par la réunion de plusieurs nerfs ou vaisseaux. Les principaux plexus nerveux sont ceux formés par les nerfs des membres, peu après leur sortie de la colonne vertébrale. (Voyez *fig.* 52, *e*, *l*, et *fig.* 54, *g* et *h*.)

(2) Tronçon de la moelle épinière, montrant la disposition des nerfs qui en naissent : — *a* moelle épinière; — *b* racine postérieure de l'un des nerfs spinaux; — *c* ganglion situé sur le trajet de cette racine; — *d* racine antérieure du même nerf, allant se réunir à la racine postérieure, au delà du ganglion; — *e* tronc commun formé par la réunion de ces deux racines; — *f* petite branche qui va s'anastomoser avec le nerf grand sympathique.

premiers appartiennent spécialement aux organes de relation, les derniers aux organes de nutrition.

§ 193. **Système nerveux des autres animaux.** — Le système nerveux de tous les mammifères, des oiseaux, des reptiles et des poissons, est conformé d'après le même plan général que celui de l'homme. Chez tous ces animaux, il existe un cerveau, un cervelet et une moelle épinière; des nerfs naissent de cet axe cérébro-spinal et se distribuent aux divers organes de la vie de relation : enfin, il existe aussi un système ganglionaire pourvu également de nerfs et destiné aux principaux organes de la vie de nutrition.

Mais, chez les mollusques, les insectes, les crustacés et les autres animaux sans vertèbres, il n'en est pas de même; chez ceux-ci, l'axe cérébro-spinal paraît manquer, et tous les nerfs du corps vont se réunir dans un certain nombre de ganglions plus ou moins éloignés entre eux (*fig.* 58). Enfin, dans la grande division des zoophytes, on ne trouve tout au plus que des vestiges d'un système nerveux rudimentaire, et, en général, cet appareil paraît manquer complétement. En faisant l'histoire de ces divers groupes d'animaux, nous aurons l'occasion d'indiquer les particularités qu'ils présentent à cet égard.

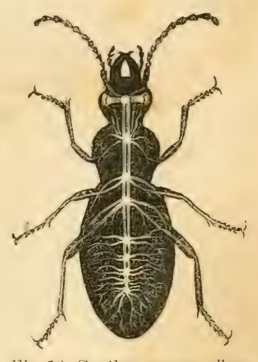


Fig. 58. *Système nerveux d'un insecte* (Carabe des jardins).

Telles sont les diverses parties dont se compose l'appareil nerveux de l'homme et des autres animaux supérieurs; voyons maintenant quels en sont les usages, et occupons-nous en premier lieu de l'étude de la sensibilité.

DE LA SENSIBILITÉ.

§ 194. La sensibilité, avons-nous dit, est la faculté de recevoir des impressions et d'en avoir la conscience. Elle appartient à tous les animaux; mais le degré auquel elle se développe varie presque pour chacun d'entre eux. A mesure que l'on s'élève dans la série zoologique, et que l'on se rapproche de l'homme, on voit les sensations devenir de plus en plus variées; l'animal acquiert le pouvoir de prendre connaissance d'un plus grand nombre des propriétés que possèdent les objets dont il est environné, et d'en mieux apprécier les nuances différentes; les impressions produites devien-

nent plus vives, et à mesure que la faculté de sentir se perfectionne ainsi, on voit la structure des organes de la vie de relation se compliquer de plus en plus ; car ici, de même que pour toutes les autres fonctions, c'est par la division du travail que la nature arrive à des résultats de plus en plus parfaits.

§ 195. *Partout où les sensations produites par des objets extérieurs sont un peu variées, il existe un* SYSTÈME NERVEUX *distinct, et c'est de son action que dépend la faculté de sentir.* La structure en est d'abord très-simple, et alors toutes les parties qui le composent paraissent remplir à peu près les mêmes fonctions. Dans le ver de terre, par exemple, c'est un cordon noueux, étendu dans toute la longueur du corps, et dont toutes les parties possèdent les mêmes propriétés ; car, si on coupe l'animal transversalement en plusieurs tronçons, on voit chacun des fragments continuer à sentir et à se mouvoir comme auparavant ; mais dans les êtres dont l'organisation est plus compliquée et dont les facultés sont plus parfaites, cet appareil se compose, comme nous l'avons déjà vu, de plusieurs parties dissemblables, et alors chacune de celles-ci agit aussi d'une manière différente des autres, et remplit des fonctions spéciales. Ce sera donc chez l'homme et chez les autres animaux supérieurs, que l'étude de ces fonctions nous offrira le plus d'intérêt.

§ 196. **Fonctions des nerfs**. — Toutes les parties de notre corps ne sont pas également douées de sensibilité ; quelques organes possèdent cette propriété à un haut degré, tandis que d'autres peuvent être excités de toutes les manières, froissés par des corps étrangers, coupés et même déchirés, sans que l'animal en éprouve la moindre sensation. Or, les parties les plus sensibles sont toujours celles qui reçoivent le plus grand nombre de nerfs ; et, là où il n'y a point de nerfs, il n'y a pas de sensibilité. Si l'on fait une incision à la patte d'un animal vivant, et que l'on mette à découvert le nerf qui se rend à cette partie, on remarque aussi que ce cordon est doué d'une sensibilité extrême ; pour peu qu'on le pince ou qu'on le pique, l'animal montre tous les signes d'une douleur des plus vives, et les muscles auxquels le nerf ainsi blessé se distribue sont agités par des contractions convulsives.

D'après cela, on pourrait déjà deviner que c'est aux nerfs que nos organes doivent leur sensibilité, et, pour mettre ce fait hors de doute, il suffit de détruire l'un de ces cordons ; car, si l'on pratique l'expérience sur un des membres d'un animal vivant, toutes les parties auxquelles le nerf se rendait sont aussitôt frappées de paralysie, c'est-à-dire privées de la faculté de sentir et de se mouvoir.

Mais ce nerf, dont l'action est indispensable à l'exercice de ces

fonctions, est-il en relation directe avec l'âme, et est-il chargé de déterminer les mouvements et de percevoir les sensations, ou bien remplit-il seulement le rôle d'un conducteur, et est-il destiné uniquement à transmettre aux muscles l'excitation développée dans un autre organe par l'influence de la volonté, et à porter à cette partie, qui serait en même temps le siége de la perception des sensations, les impressions résultant du contact d'un objet extérieur avec la surface du corps ou de l'action de tout autre stimulant?

Pour résoudre cette question, les physiologistes ont eu encore recours à des expériences sur les animaux vivants.

Si l'on coupe, dans un point quelconque de sa longueur, le nerf qui se rend à la patte postérieure d'une grenouille, par exemple, et que l'on pique ou que l'on pince l'extrémité ainsi séparée du reste du système nerveux, on voit qu'elle est complétement insensible, tandis que la partie située au-dessus de la section conserve toute sa sensibilité ; les parties du membre qui reçoivent des branches nerveuses du fragment inférieur du nerf sont également paralysées.

Un nerf séparé du système dont il faisait partie cesse donc de remplir ses fonctions ; il ne peut, par conséquent, être le siége de la perception des sensations, et on doit nécessairement conclure qu'il sert à transmettre à l'organe où s'exerce cette fonction les impressions reçues par les parties douées de sensibilité.

C'est, en effet, ce qui est démontré clairement par toutes les recherches faites à ce sujet sur les animaux, et en observant les phénomènes déterminés par certaines opérations chirurgicales, il a été facile de s'assurer qu'il en est de même chez l'homme. L'impression produite par le contact d'un corps avec le nerf lui-même, ou avec la partie dans laquelle ce nerf se ramifie, ne peut être perçue, et ne peut, par conséquent, produire une sensation, si elle n'est transmise par le nerf à d'autres organes.

§ 197. Ce fait une fois bien établi, on est naturellement conduit à se demander où les sensations doivent arriver pour que l'animal en ait la conscience? quel est l'organe chargé de les percevoir? ou, en d'autres mots, quel est le siége du *moi*, quelle est la partie matérielle de l'économie qui est unie directement au *principe vital* des animaux privés de raison ou à l'*âme* de l'homme?

§ 198. **Influence de l'encéphale.** — Les nerfs dont nous venons d'étudier les fonctions aboutissent tous au cerveau ou à la moelle épinière, qui elle-même se termine dans le cerveau ; il est donc

évident que c'est dans une partie quelconque de l'encéphale que doit résider cette faculté de perception. Cherchons par l'expérience si c'est dans la moelle épinière, dans le cervelet ou dans le cerveau.

Lorsqu'on pratique sur la moelle épinière les mêmes expériences que celles déjà faites sur les nerfs qui en partent, on remarque d'abord que cet organe est extrêmement sensible : la moindre piqûre produit une douleur vive et des mouvements convulsifs ; et, si on le coupe en travers, on voit aussitôt une paralysie complète de toutes les parties dont les nerfs naissent au-dessous de la section, tandis que celles dont les nerfs proviennent de la portion de la moelle épinière encore en communication avec le cerveau continuent à jouir de la faculté de sentir et de se mouvoir.

En ayant soin d'entretenir artificiellement la respiration de manière à empêcher l'animal ainsi expérimenté de périr asphyxié à la suite de la paralysie des muscles inspirateurs, on peut constater que toutes les parties de la moelle épinière perdent la faculté de déterminer des mouvements volontaires et celle de donner naissance à des sensations aussitôt qu'elles sont séparées du cerveau, et on en doit conclure que ce n'est pas en eux que réside la faculté de percevoir les sensations ou de déterminer les mouvements volontaires.

Mais il en est tout autrement pour le cerveau. Si l'on met a nu les deux hémisphères de cet organe chez un animal vivant (chez un pigeon, par exemple), et qu'on irrite leur surface avec la pointe d'un instrument tranchant, on est d'abord frappé de leur insensibilité ; on peut couper et déchirer la substance du cerveau sans que l'animal donne le moindre signe de douleur, et sans qu'il paraisse s'apercevoir de la mutilation qu'on lui fait subir ; mais si, comme l'a fait M. Flourens, on enlève cet organe, l'animal tombe dans un état de stupeur dont rien ne peut le faire sortir. Tout son corps devient insensible, ses sens n'agissent plus, et s'il se remue, ce n'est que poussé par quelque cause étrangère et sans que la volonté paraisse entrer pour rien dans la détermination de ses mouvements.

On voit par cette expérience que l'action du cerveau est indispensable à la perception des sensations et à la manifestation de la volonté, et que c'est à cet organe que les impressions reçues par les nerfs doivent arriver pour que l'animal en ait la conscience.

§ 199. Dans la fonction de la sensibilité, il y a donc une division du travail bien remarquable ; les parties qui, par leur contact avec les corps étrangers, sont susceptibles de donner naissance à

des sensations, ne peuvent pas percevoir elles-mêmes ces impressions, et, d'un autre côté, l'organe qui est le siége exclusif de la perception de ces impressions ne peut lui-même en recevoir directement ; il est insensible et ne peut être excité que par les impressions qui lui sont transmises par l'intermédiaire des nerfs.

Ainsi, on peut distinguer dans l'appareil de la sensibilité trois propriétés, savoir : 1° la faculté de recevoir au contact d'un corps étranger ou de quelque autre agent une impression de nature à donner naissance à une sensation ; 2° la faculté de transmettre ces impressions, du point où elles ont été produites, à l'organe chargé de les percevoir ; 3° celle de donner à l'animal la conscience de leur existence ou de les percevoir.

Il résulte des expériences de M. Flourens et de quelques autres physiologistes, que chez les animaux qui avoisinent l'homme, tels que les mammifères et les oiseaux, cette dernière faculté réside principalement dans les hémisphères du cerveau ; et, comme nous l'avons vu il y a un instant, la faculté de recevoir des impressions et de les conduire au cerveau, où elles doivent être perçues, est l'apanage des nerfs.

§ 200. Il est aussi à noter que, dans la transmission des impressions vers le cerveau, chacune des fibres élémentaires d'un nerf agit d'une manière complétement indépendante des fibres voisines ; et comme ces fibres, seulement accolées en faisceaux, ne se réunissent jamais entre elles, mais continuent chacune son trajet jusque dans l'encéphale, et il en résulte que les sensations venant des différents points du corps arrivent chacune par une route particulière et ne se confondent pas entre elles. Nous jugeons du siége de la sensation par la voie à l'aide de laquelle elle parvient à notre cerveau, et c'est toujours à la partie du corps où se termine la fibre nerveuse élémentaire ainsi mise en action que nous rapportons la sensation produite (1).

(1) La sensation dépendante de l'excitation d'un nerf est encore rapportée par l'intelligence à l'organe où ce nerf se distribue, lors même que cette excitation a son siége plus près du cerveau sur un point quelconque du trajet de ce nerf. Ainsi, lorsqu'on comprime le nerf radial au coude, c'est dans la main que la douleur semble exister, parce que c'est dans cette dernière partie que le nerf en question va se terminer. C'est également pour cette raison qu'après la section d'un nerf on éprouve souvent de la douleur dans la partie où ce nerf se distribuait, et où la sensibilité est cependant complétement détruite. Enfin, la connaissance de ce fait nous explique aussi comment, après l'amputation d'un membre, le malade peut éprouver des sensations dont le siége semble être dans la partie qu'il a perdue ; c'est qu'il rapporte instinctivement aux organes où allaient se terminer les diverses branches du nerf coupé, l'excitation dont le tronçon de ce nerf est maintenant le siége.

§ 201. **Nerfs de la sensibilité.** — Du reste, tous les nerfs du corps ne possèdent pas la propriété de transmettre les sensations; il en est qui sont consacrés exclusivement aux mouvements, et parmi les nerfs de la sensibilité tous ne jouissent pas de la faculté de conduire au cerveau les mêmes impressions. La sensibilité de certains nerfs ne peut pas toujours être mise en jeu par des agents qui sont susceptibles d'exciter des sensations dans d'autres nerfs: ainsi la lumière, par exemple, produit une sensation vive lorsqu'elle frappe sur la partie terminale des nerfs optiques, mais n'est susceptible d'émouvoir aucun des autres nerfs de l'économie; et ces nerfs optiques, si sensibles à l'influence de cet agent subtil, peuvent être comprimés, piqués ou déchirés sans qu'il en résulte aucune sensation de douleur, tandis que les nerfs spinaux, qui restent indifférents à l'action de la lumière, conduisent avec la plus grande perfection les sensations produites par le contact matériel d'un corps étranger, et ne peuvent être excités de la sorte un peu fortement sans qu'il en résulte une douleur plus ou moins intense.

§ 202. **Modifications de la sensibilité**. — Il existe donc différentes espèces de sensibilité aptes à être mises en jeu par des excitants différents; c'est de la sorte que nous pouvons apprécier les diverses propriétés physiques des objets dont nous sommes entourés, et ce sont ces modifications de la sensibilité qui constituent les *cinq sens* dont l'homme et la plupart des animaux sont doués.

La sensibilité tactile ou le toucher, la sensibilité gustative ou le goût, la sensibilité olfactive ou l'odorat, la sensibilité auditive ou l'ouïe, et la sensibilité optique ou la vue, sont par conséquent autant de facultés distinctes, ayant chacune leurs instruments particuliers, dont l'action est excitée par des causes distinctes et dont le jeu nous procure des connaissances différentes. Le contact d'un corps qui résiste à la pression, ou qui est notablement plus chaud ou plus froid que nos organes, détermine, dans les parties qui jouissent de la sensibilité tactile, des sensations particulières, d'après lesquelles nous jugeons de la consistance, du poli, de la température et jusqu'à un certain point du volume et de la forme de cet objet; le contact de ce même corps sur une autre partie, dont les nerfs sont doués de la sensibilité gustative, peut nous donner la sensation des saveurs, et lorsque, après avoir été réduit en particules extrêmement ténues, il vient à toucher les parties douées de la sensibilité olfactive, il peut encore donner naissance à une sensation d'un autre ordre, celle des odeurs; le mouvement vibratoire dont ce corps peut être animé échappera inaperçu aux organes du goût et de l'odorat, mais produira la sensation du son

lorsqu'il parviendra aux parties douées de la sensibilité auditive ; enfin la lumière que ce corps nous envoie n'excitera aucun des sens dont il vient d'être question, mais déterminera sur les parties douées de la sensibilité optique des sensations différentes de toutes celles que nous venons d'énumérer, et propres à nous faire connaître la forme, la couleur et la position des objets dont nous sommes environnés.

La sensibilité olfactive est l'apanage des nerfs cérébraux de la première paire; la sensibilité optique appartient aux nerfs cérébraux de la seconde paire, appelés pour cette raison nerfs optiques; la sensibilité gustative est propre à certaines fibres des nerfs cérébraux de la cinquième paire; la sensibilité acoustique réside dans les nerfs auditifs ou nerfs cérébraux de la huitième paire ; enfin la sensibilité tactile est exercée presque exclusivement par les nerfs spinaux et les nerfs cérébraux des cinquième, neuvième, dixième et douzième paires.

§ 203. **Fonctions différentes des deux racines des nerfs spinaux, etc.** — Les nerfs qui sont doués de la sensibilité tactile servent aussi aux mouvements; mais il est bien évident que la faculté d'exciter les contractions musculaires et celle de conduire les sensations ne résident pas dans les mêmes fibres élémentaires, et si ces nerfs possèdent en même temps ces deux facultés, cela dépend seulement de ce qu'ils sont formés par la réunion de fibres sensibles et de fibres motrices. Dans le trajet du nerf il n'est pas possible de distinguer ces deux ordres de fibres, mais à son origine cette distinction est facile, car la nature les a séparées. En effet, tous ces nerfs naissent, soit de la moelle épinière, soit de la base du cerveau, par deux racines, et, d'après les observations intéressantes de MM. Bell et Magendie, on sait aujourd'hui à ne pas en douter que les fibres dont se compose l'une de ces racines servent à la transmission des sensations, tandis que celles qui constituent l'autre racine conduisent aux muscles l'influence dont dépendent les mouvements volontaires.

En effet, si l'on coupe les racines postérieures de l'un des nerfs spinaux, on prive aussitôt ce cordon de la faculté de transmettre les impressions : la partie du corps à laquelle il se rend devient insensible, mais les mouvements restent soumis à l'influence de la volonté ; tandis que la section des racines antérieures, les racines postérieures restant intactes, détermine la paralysie des mouvements sans détruire la sensibilité.

En coupant les racines postérieures de tous les nerfs spinaux, on n'empêche pas l'animal d'exécuter des mouvements volontaires,

mais on rend tout son corps (à l'exception de la tête, dont les nerfs naissent dans l'intérieur du crâne) complétement insensible. Les racines postérieures sont donc des nerfs de la sensibilité, et les racines antérieures des nerfs du mouvement, et c'est par leur réunion que le cordon résultant de leur jonction jouit en même temps de ces deux facultés.

Les différentes parties de la moelle épinière ne possèdent pas toutes, au même degré, la faculté de transmettre les sensations ou d'exciter les mouvements; la sensibilité est exquise à la face postérieure de cet organe, et beaucoup plus faible à sa face antérieure.

§ 204. **Système ganglionaire.** — Quant au système nerveux ganglionaire, il n'est que peu ou point sensible : on peut pincer ou couper les ganglions, ainsi que les nerfs qui en partent, sans produire de douleur et sans occasionner de contractions musculaires. Il est à remarquer aussi que, dans l'état de santé, les organes intérieurs qui reçoivent ces nerfs ne nous transmettent que des sensations faibles et très-confuses, et c'est seulement dans certains états maladifs que leur sensibilité se développe. Dans ce cas, il est à présumer que les sensations arrivent au cerveau par l'intermédiaire des branches qui unissent les nerfs du système ganglionaire à chacun des nerfs spinaux. Mais ce point de physiologie réclame de nouvelles investigations.

§ 205. **Organes spéciaux des sens.** — L'appareil de la sensibilité ne se compose pas seulement des diverses parties du système nerveux dont nous venons d'indiquer les usages; les nerfs doués de la faculté de transmettre au cerveau les sensations qui nous viennent du dehors ne se terminent pas librement à l'extérieur, de façon à recevoir directement le contact des agents qui déterminent ces sensations, mais vont aboutir dans des instruments particuliers destinés à recueillir, pour ainsi dire, l'excitation et à la préparer de façon à assurer son action. Ces instruments sont les organes des sens, et c'est essentiellement par leur intermédiaire que les sensations nous arrivent; mais ils ne sont pas indispensables pour l'exercice de toutes ces facultés; la sensibilité tactile peut être mise en jeu partout où il existe des nerfs propres à conduire les sensations ordinaires, et c'est seulement pour les sens spéciaux, c'est-à-dire pour le goût, l'odorat, l'ouïe et la vue, que cette espèce d'intermédiaire entre le nerf et le monde extérieur est une condition nécessaire.

Ayant étudié d'une manière générale le phénomène de la sensibilité ainsi que les organes qui en sont le siége, nous devons

maintenant examiner plus en détail chacune des formes sous lesquelles cette propriété se manifeste, ou, en d'autres mots, nous occuper de l'histoire particulière de chacun des sens dont la nature a doué les animaux.

DU SENS DU TOUCHER.

§ 206. Tous les animaux jouissent d'une sensibilité tactile plus ou moins délicate, et c'est surtout par l'intermédiaire de la membrane dont la surface de leur corps est recouverte, que cette faculté s'exerce. Pour l'étudier, il faut donc avant tout examiner quelle est la structure de la peau.

Dans l'homme, la surface extérieure du corps et celle des cavités creusées dans son intérieur, mais communiquant avec le dehors, tel que le canal digestif, etc., sont revêtues d'une membrane tégumentaire plus ou moins épaisse et bien distincte des parties qu'elle recouvre. Cette membrane est partout en continuité avec elle-même, et ne forme réellement qu'un seul tout; mais ses propriétés ne sont point partout les mêmes, et on la désigne par des noms différents, lorsqu'elle se reploie en dedans pour tapisser des cavités intérieures, ou lorsqu'elle s'étend sur la surface extérieure du corps. La portion intérieure de la membrane tégumentaire générale est appelée *membrane muqueuse*, et la portion externe *peau*.

§ 207. **Structure de la peau**. — La peau se compose de deux couches principales : le derme ou chorion, et l'épiderme.

Le *derme* forme la couche la plus profonde et la plus épaisse de la peau. C'est une membrane blanchâtre, souple, mais assez élastique et très-résistante. On y distingue un grand nombre de fibres et de lamelles entrecroisées d'une manière très-serrée. Sa face interne est unie aux parties voisines par une couche plus ou moins épaisse de tissu cellulaire, et donne, dans quelques points, attache à des fibres musculaires servant à la mouvoir. Enfin, sa surface est hérissée d'un grand nombre de petites saillies rougeâtres, qui sont très-sensibles, et qui, disposées par paires, forment, dans certaines parties du corps, telles que la paume des mains et l'extrémité des doigts, des séries régulières. Ce sont ces corps que l'on désigne sous le nom de *papilles de la peau*, et c'est le derme de la peau de certains animaux qui, préparé par le tannage, constitue le cuir.

L'*épiderme* est une espèce de vernis semi-transparent qui recouvre le derme et se moule sur sa surface; ce n'est pas une partie sensible, mais un tissu composé d'utricules plus ou moins aplaties.

qui paraît être sécrété par le derme, et qui ne prend une certaine solidité que par le dessèchement : aussi dans les parties du corps qui sont soustraites à l'action de l'air, l'épiderme est-il toujours mou et peu distinct. Il se compose d'un nombre plus ou moins considérable de couches superposées, et sa couche la plus interne, qui conserve de la mollesse et qui renferme la matière pigmentaire à laquelle la peau doit sa couleur, a été considérée par beaucoup d'anatomistes, comme constituant une membrane particulière, et a été désignée sous le nom de *réseau muqueux de la peau*. Chez l'homme et les autres mammifères, les couches les plus superficielles de l'épiderme se séparent peu à peu de la peau et tombent sous la forme d'une poussière blanchâtre composée de petites écailles; quelquefois aussi il se détache dans toute son épaisseur et laisse le chorion à nu; c'est ce qui arrive lorsqu'à la suite d'une brûlure, par exemple, il se forme une cloche sur la peau; mais il se reproduit avec beaucoup de rapidité. Enfin, il est des animaux qui, à des époques déterminées, se revêtent d'un épiderme nouveau et se dépouillent de l'ancien comme d'une gaîne, sans le rompre ni le déformer; les serpents nous offrent un exemple remarquable de ce phénomène.

On observe à la surface de l'épiderme une multitude de petites ouvertures appelées *pores de la peau*. Elles correspondent au sommet des papilles dont nous avons déjà parlé, et livrent passage à la *sueur*, liquide acide qui est formé par voie de sécrétion, et qu'il ne faut pas confondre avec l'eau qui s'exhale continuellement par la surface de la peau et qui constitue la transpiration insensible. Ces pores, d'une petitesse extrême, ne traversent pas le derme, et ne sont autre chose que les orifices des conduits sécréteurs, d'autant de petites ampoules qui sont logées dans la substance de la peau et qui sécrètent la sueur.

On trouve aussi à la surface de cette membrane d'autres ouvertures plus grandes, dont les unes livrent passage à des poils, sur le mode de formation desquels nous reviendrons par la suite, et dont les autres laissent suinter une matière grasse, sécrétée par des follicules logées dans l'épaisseur du derme; enfin, dans quelques points de la surface du corps, on voit sortir de la substance de la peau des lames cornées, appelées ongles, dont la nature est semblable à celle des poils.

§ 208. Le principal usage de l'épiderme est d'opposer des obstacles à l'évaporation des liquides contenus dans le corps, et de protéger la peau proprement dite du contact immédiat des corps étrangers, de façon à modérer les impressions produites par ce

contact. Nous avons déjà vu que cet enduit solide est par lui-même insensible ; et, comme il s'interpose toujours entre le derme et les objets extérieurs dont le contact sur cette membrane détermine les sensations, il est facile de comprendre que plus la couche épidermique est épaisse, plus aussi le derme doit être soustrait à l'action des corps étrangers, et plus les impressions qu'il éprouve doivent être obtuses. Or, dans quelques parties du corps, au talon par exemple, l'épiderme présente une épaisseur considérable, tandis que dans d'autres, à l'extrémité des doigts, sur les lèvres, etc., il est extrêmement mince. On remarque aussi que, partout où la peau est exposée à des frottements, son épiderme s'épaissit. Chacun sait combien la couche qui se forme dans la main des forgerons et autres ouvriers employés à des travaux analogues devient épaisse, dure et rugueuse. Enfin, chez quelques animaux, l'épiderme s'encroûte de matières calcaires et devient tout à fait inflexible; dans ce cas, il rend la surface du corps complétement insensible.

§ 209. La sensibilité dont la peau est douée réside dans le derme et dépend des nerfs qui se distribuent dans sa substance, et qui appartiennent à la classe des nerfs du tact, lesquels naissent, comme nous l'avons déjà vu, de la moelle épinière ou de la base du cerveau par deux racines, et doivent aux fibres dont se compose leur racine postérieure la propriété de transmettre les sensations. Ces nerfs vont presque tous se terminer sous la forme de houppes dans les papilles du derme, et ce sont ces papilles qui possèdent, par conséquent, au plus haut degré la sensibilité tactile ; aussi là où elles sont le plus nombreuses, cette sensibilité est-elle le plus exquise.

§ 210. **Organes spéciaux du toucher**. — La sensibilité tactile, telle qu'elle existe dans toutes les parties de la surface de notre corps, suffit pour nous faire juger de la consistance, de la température et de quelques autres propriétés des corps qui arrivent en contact avec elle. Ce sens ne s'exerce alors que d'une manière en quelque sorte passive, qui peut être désignée sous le nom de *tact* ; mais, d'autres fois, la partie douée de cette sensibilité joue un rôle actif ; des contractions musculaires, dirigées par la volonté, multiplient et varient les points de contact avec l'objet extérieur, et on donne alors à ce sens le nom de *toucher*.

Le toucher n'est donc que le tact perfectionné et devenu actif; mais il ne peut être exercé par toutes les parties qui sont douées de la sensibilité tactile, et il ne peut appartenir qu'à des organes disposés de manière à leur permettre de se mouler en quelque sorte sur les objets soumis à leur examen.

Dans l'homme, la main est l'organe spécial du toucher, et sa

tructure est très-favorable à l'exercice de ce sens : l'épiderme y est mince, poli et très-souple ; le chorion y est abondamment pourvu de papilles et de nerfs, et repose sur une couche épaisse de tissu cellulaire graisseux très-élastique : enfin, la mobilité et la flexibilité des doigts sont extrêmes, et la longueur de ces organes est considérable. Or, ces circonstances sont des plus avantageuses, car elles tendent à augmenter la sensibilité de cette partie, et lui permettent de s'appliquer sur les objets, quelle que soit l'irrégularité de leur figure. Mais une autre disposition organique qui contribue non moins à la perfection de notre toucher, est la faculté qu'a l'homme d'opposer le pouce aux autres doigts, de manière à pouvoir serrer les petits objets entre les parties de la main qui sont précisément celles dont la sensibilité est la plus exquise.

Chez la plupart des animaux, les organes du toucher sont disposés d'une manière beaucoup moins favorable. Chez les mammifères, par exemple, on voit ce sens devenir de plus en plus obtus, à mesure que les doigts deviennent moins flexibles et s'enveloppent davantage dans les ongles dont ils sont armés; quelquefois cependant les mains sont remplacées par d'autres organes d'une structure presque aussi parfaite, tels que la trompe de l'éléphant (*fig.* 5) ; enfin, il est des animaux qui emploient principalement leur langue comme instrument du toucher, et d'autres sont pourvus d'appendices particuliers, qui servent aux mêmes usages, et qui sont appelés *tentacules*, *palpes*, etc. (*fig.* 6, 8).

§ 211. Le toucher nous fait apprécier plus ou moins exactement la plupart des propriétés physiques des corps sur lesquels il s'exerce : leurs dimensions, leur forme, leur température, leur consistance, le degré de poli de leur surface, leur poids, leurs mouvements, etc. Ce sens est tellement parfait, que plusieurs philosophes de l'antiquité et des temps modernes l'ont regardé comme nous étant plus utile que la vue ou que l'ouïe, et comme étant même la source de notre intelligence; mais ces opinions sont évidemment exagérées, car le toucher n'a réellement aucune prérogative sur les autres sens; et chez quelques singes, dont l'intelligence est incomparablement moins développée que celle de l'homme, les organes du toucher sont presque aussi parfaits que dans le corps humain.

DU SENS DU GOUT.

§ 212. Le sens du goût, comme celui du toucher, est mis en jeu par le contact des objets extérieurs sur certaines surfaces de notre corps ; mais il nous fait connaître des propriétés qui échappent au toucher, les saveurs des corps.

§ 213. **Saveurs.** — Toutes les substances n'agissent pas sur l'organe du goût. Les unes sont très-sapides, d'autres ne le sont que peu, et il en est un grand nombre qui sont complétement insipides. On ignore la cause de ces différences, mais on remarque qu'en général les corps qui ne peuvent pas se dissoudre dans l'eau n'ont pas de saveur, tandis que la plupart de ceux qui sont solubles sont plus ou moins sapides. Leur dissolution paraît même être une des conditions nécessaires pour qu'ils agissent sur l'organe du goût ; car, lorsque cet organe est complétement sec, il ne nous donne plus la sensation des saveurs ; et on connaît des substances qui, étant insolubles dans l'eau, sont insipides dans leur état ordinaire, mais qui acquièrent une saveur forte si on parvient à les dissoudre dans quelque autre liquide, dans de l'esprit de vin, par exemple.

§ 214. **Organe du goût.** — La connaissance de la saveur des corps sert principalement à diriger les animaux dans le choix de leur nourriture : aussi, l'organe du goût est-il toujours placé à l'entrée du tube digestif. C'est la *langue* qui en est le siége principal, mais les autres parties de la bouche peuvent aussi éprouver la sensation de certaines saveurs.

La membrane muqueuse qui recouvre la langue de l'homme est abondamment fournie de vaisseaux sanguins, et présente, sur le dos de cet organe, un grand nombre d'éminences de formes variées qui rendent sa surface rugueuse. Ces éminences, nommées *papilles*, sont de diverses natures : les unes, lenticulaires et en petit nombre, consistent en autant d'amas de follicules muqueux ; d'autres, fungiformes ou coniques et très-nombreuses, sont vasculaires ou nerveuses ; ces dernières recouvrent les filets terminaux du nerf lingual et paraissent servir principalement au sens du goût.

La langue, dont la masse est formée par un grand nombre de muscles entre-croisés, reçoit les branches de plusieurs nerfs ; les uns servent à y exciter les mouvements, les autres à conduire au cerveau les impressions des saveurs. Le nerf trifacial, ou nerf de la cinquième paire, est celui qui remplit ces dernières fonctions. Il naît de l'extrémité supérieure de la moelle épinière (*fig.* 54), et, après sa sortie du crâne, se divise en trois branches principales, savoir : le nerf ophthalmique, qui se rend à l'appareil de la vue, etc., le nerf maxillaire supérieur, qui se distribue à la mâchoire supérieure et à la joue ; et le nerf maxillaire inférieur, dont l'un des principaux rameaux porte le nom de *nerf lingual* et se termine dans la membrane muqueuse de la langue.

§ 215. Si l'on coupe ce nerf lingual sur un animal vivant, on ne

paralyse pas les mouvements de la langue, mais on rend cet organe insensible aux saveurs; et si on coupe le tronc du nerf trifacial dans l'intérieur du crâne, on détruit le sens du goût non-seulement dans la langue, mais aussi dans toutes les autres parties de la bouche.

La section des nerfs hypoglosses ou nerfs de la onzième paire, qui se rendent également à la langue, ne prive pas l'animal de la faculté de sentir les saveurs, mais entraîne la perte du mouvement dans la langue et les autres parties auxquelles ces nerfs se distribuent.

Il s'ensuit donc que la branche linguale du nerf de la cinquième paire est le nerf spécial du sens du goût. Mais les nerfs de la neuvième paire ou glosso-pharyngiens, qui se distribuent principalement autour de l'arrière-bouche et qui président à la sensibilité tactile de cette partie, paraissent être doués aussi d'une certaine sensibilité gustative.

§ 216. La langue présente à peu près la même structure chez les autres mammifères; mais, chez les oiseaux, elle est en général cartilagineuse et dépourvue de papilles nerveuses : aussi le goût est-il plus ou moins obtus chez ces animaux; chez les poissons, ce sens est aussi presque nul; et, chez les animaux inférieurs, il ne paraît pas avoir son siége dans un organe particulier, mais s'exercer par toutes les parties de l'ouverture buccale.

DU SENS DE L'ODORAT.

§ 217. Certains corps possèdent la propriété d'exciter en nous des sensations d'une nature particulière, et qui ne peuvent être perçues à l'aide des sens du toucher et du goût, et qui dépendent de l'odeur qu'ils exhalent.

Les *odeurs* sont produites par des particules d'une ténuité extrême, qui s'échappent des corps odorants et qui se répandent dans l'atmosphère comme des vapeurs. Tous les corps volatils ou gazeux ne sont pas odorants; mais, en général, ceux qui ne peuvent se transformer facilement en vapeurs ne répandent que peu ou point d'odeur; et, dans la plupart des cas, on voit les substances odorantes le devenir d'autant plus que les circonstances où elles sont placées sont plus favorables à leur volatilisation. Du reste, la quantité de matière qui se répand ainsi dans l'air, pour produire les odeurs même les plus fortes, est extrêmement petite. Un morceau de musc, par exemple, peut parfumer l'air de tout un appartement pendant un temps considérable, sans changer notablement de poids. Une foule de corps, tels que l'eau, les vê-

tements, etc., peuvent s'imbiber de ces vapeurs et devenir odorants à leur tour; mais d'autres substances, telles que le verre, s'opposent complétement à leur passage. Nous pouvons sentir l'odeur de corps placés à une très-grande distance de nous; mais, pour que notre sens olfactif soit réveillé, il faut toujours que les particules odorantes, émanées de ces corps, arrivent en contact avec l'organe destiné à les recevoir. Et, en cela, le mécanisme de l'odorat est analogue à celui du goût et du toucher, tandis que, pour la vue et l'ouïe, comme nous le verrons bientôt, il en est tout autrement.

§ 218. L'air, disons-nous, est le véhicule ordinaire des odeurs; c'est ce fluide qui les transporte au loin, et qui les fait arriver jusqu'à nous. Il est donc évident que l'organe destiné à les sentir doit être toujours placé de manière à en recevoir le contact : et en effet, c'est à l'entrée des voies respiratoires qu'il est placé, non-seulement chez l'homme, mais aussi chez tous les autres mammifères, chez les oiseaux et chez les reptiles.

Chez tous ces êtres le sens de l'odorat a son siége dans les *fosses nasales*, et ces cavités sont continuellement traversées par l'air, qui se rend aux poumons, pour subvenir aux besoins de la respiration.

§ 219. Les fosses nasales, comme nous l'avons déjà dit, communiquent au dehors par les narines (*b*) et s'ouvrent postérieurement dans l'arrière-bouche (*c*) : elles sont séparées entre elles par une cloison verticale, qui est dirigée d'avant en arrière, et qui occupe la ligne médiane de la tête; leurs parois sont formées par divers os de la face et par les cartilages du nez, et leur étendue est très-considérable. Sur la paroi externe de chacune d'elles, on remarque chez l'homme trois lames saillantes, qui sont recourbées sur elles-mêmes, et qui sont appelées les *cornets* du nez (*g*, *i*, *k*). Ces cornets augmentent la surface de cette paroi, et sont séparés entre eux par des gouttières



Fig. 59. *Fosses nasales* (1).

(1) Cette coupe verticale des fosses nasales représente la paroi externe de l'un de ces cavités : — *a* bouche; — *d* portion de la base du crâne; — *e* front; — *m* sinus sphénoïdal; — *n* ouverture de la trompe d'Eustache; — *o* voile du palais

longitudinales, nommées *méats* (*f*, *h*). Enfin ces fosses communiquent avec des cavités ou *sinus* plus ou moins vastes, qui sont creusés dans l'épaisseur de l'os du front (1), des os de la mâchoire supérieure, etc. La membrane muqueuse qui tapisse les fosses nasales s'appelle *membrane pituitaire;* elle est épaisse et se prolonge au delà des bords des cornets, de façon que l'air ne peut traverser les cavités olfactives que par des routes étroites et assez longues, et que le moindre gonflement de cette membrane rend le passage de ce fluide difficile ou même impossible. La surface de la membrane pituitaire présente une foule de petites saillies, qui lui donnent un aspect velouté; on y remarque aussi un mouvement vibratile produit par des cils microscopiques, et analogue à celui dont nous avons déjà signalé l'existence dans d'autres parties du corps (2); enfin, elle est continuellement lubrifiée par un liquide plus ou moins visqueux, appelé *mucus nasal*, qui paraît se former en grande partie dans les sinus déjà mentionnés, et elle reçoit un assez grand nombre de filets nerveux, dont les uns viennent des nerfs de la cinquième paire, et les autres du nerf olfactif ou de la première paire.

§ 220. Le mécanisme de l'odorat est très-simple ; il faut seulement que le mucus nasal s'imbibe des particules odorantes répandues dans l'air qui traverse les fosses nasales, et que ces particules soient ainsi arrêtées sur la partie de la membrane pituitaire qui reçoit les filets du nerf olfactif.

D'après cela, on conçoit facilement quelle est l'importance du mucus nasal pour l'exercice de l'odorat, et on comprend comment les changements dans la nature de ce liquide, qui surviennent pendant le coryza ou rhume de cerveau, peuvent faire perdre momentanément ce sens.

Le nerf olfactif est l'instrument destiné à porter au cerveau les impressions produites par les odeurs, et c'est à la partie supérieure des fosses nasales que les branches de ce nerf sont le plus nombreuses, que le mucus nasal est le plus abondant, et que les routes suivies par l'air sont le plus étroites ; aussi, est-ce dans cette partie que les odeurs sont le plus aisément et le plus vivement senties. Il paraîtrait même que le principal usage du nez est de diriger vers la voûte des fosses nasales l'air inspiré.

(1) Les *sinus frontaux* (*l*, *fig.* 59) n'existent pas dans l'enfance, mais se développent avec l'âge et acquièrent des dimensions très-considérables : ce sont ces cavités qui contribuent le plus à faire avancer la partie inférieure du front au-dessus de la racine du nez.

(2) Voyez page 92.

L'étendue de la membrane pituitaire est une des circonstances qui paraissent influer le plus sur l'activité de ce sens ; à cet égard, l'homme est loin d'être le plus favorisé, et c'est chez les mammifères carnivores, les ruminants et quelques pachydermes, que l'appareil olfactif atteint son plus haut degré de développement ; chez ces derniers animaux les cornets du nez deviennent d'une complication extrême, et présentent, comme nous le verrons par la suite, une disposition très-remarquable. Chez les reptiles, au contraire, cet appareil est d'une grande simplicité.

§ 221. Chez les animaux qui vivent dans l'eau, l'odorat s'exerce par l'intermédiaire de ce liquide, et l'organe qui est le siége de ce sens n'offre pas la même structure que chez les animaux qui respirent dans l'air. Ainsi, chez les poissons, les fosses nasales ne communiquent pas avec l'arrière-bouche, mais sont des cavités terminées en cul-de-sac ; et la membrane pituitaire, dont elles sont tapissées, présente une multitude de plis disposés comme des rayons autour d'un point central, ou rangés parallèlement comme des dents de peigne de chaque côté d'une bande médiane.

Enfin, il existe aussi beaucoup d'animaux qui possèdent un odorat même très-fin, et chez lesquels on n'a encore découvert aucun organe spécialement affecté à cet usage : les insectes, les crustacés, les mollusques, etc., sont de ce nombre.

DU SENS DE L'OUIE OU DE L'AUDITION.

§ 222. **Structure de l'appareil auditif.** — L'audition est une fonction destinée à nous faire connaître les sons produits par les corps vibrants.

L'appareil de l'ouïe est très-compliqué ; les diverses parties dont il se compose sont, pour la plupart, d'une petitesse extrême ; aussi n'occupe-t-il que peu d'espace et est-il renfermé presque en entier dans l'épaisseur d'une saillie osseuse qui, de chaque côté de la tête, avance dans l'intérieur du crâne et constitue la partie de l'os temporal appelée, à cause de sa grande dureté, le *rocher* (*fig.* 60, *e*)

On y distingue chez l'homme trois portions, savoir : l'oreille externe, l'oreille moyenne et l'oreille interne.

L'*oreille externe* se compose du pavillon de l'oreille et du conduit auriculaire.

Le *pavillon de l'oreille* (*a*) est une lame fibro-cartilagineuse, souple et élastique, qui est parfaitement libre dans la plus grande partie de son étendue, et qui adhère au bord du conduit auricu-

laire. La peau qui le couvre est mince, sèche et bien tendue ; sa surface se contourne de plusieurs manières et présente diverses éminences et enfoncements, dont le plus considérable est appelé *conque auditive (d)*. Elle constitue une espèce d'entonnoir très-

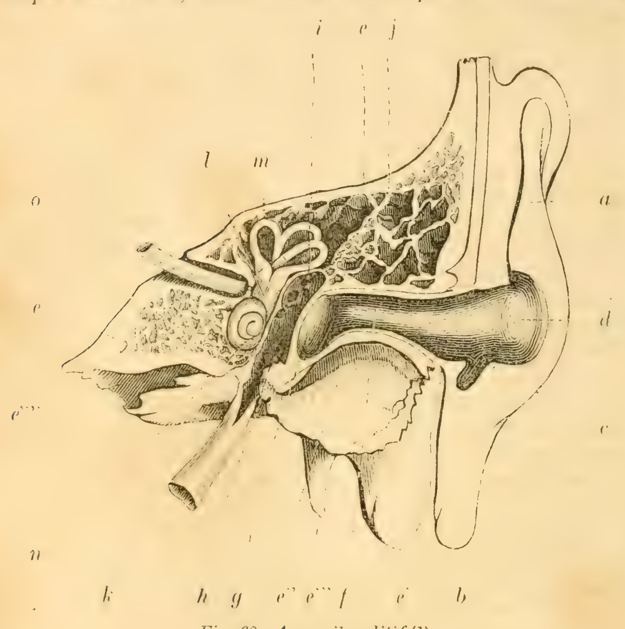


Fig. 60. Appareil auditif (1).

(1) Cette figure représente une coupe verticale de l'appareil auditif, dont les parties intérieures sont un peu grossies pour les faire mieux distinguer : — *a* pavillon de l'oreille ; — *b* lobule du pavillon ; — *c* petite éminence appelée *antitragus ;* — *d* conque dont le fond se continue avec le conduit auriculaire (*f*) ; — *e e* portion de l'os temporal, appelée rocher, dans laquelle est logé l'appareil auditif ; — *e'* apophyse mastoïde de l'os temporal ; — *e''* portion de la fosse glénoïdale de l'os temporal dans laquelle s'articule la mâchoire inférieure ; — *e'''* apophyse styloïde du temporal, servant à l'insertion des muscles et des ligaments de l'os hyoïde ; — *e''''* extrémité du canal, que traverse l'artère carotide interne pour pénétrer dans la cavité du crâne ; — *f* conduit auriculaire ; — *g* tympan ; — *h* caisse dont on a retiré la chaîne des osselets ; — *i* ouvertures conduisant de la cavité de la caisse dans les cellules (*j*) dont le rocher est creusé : sur la paroi interne de la caisse on aperçoit les deux ouvertures appelées fenêtres ovale et ronde ; — *k* trompe d'Eustache, conduisant de la caisse dans le haut du pharynx ; — *l* vestibule ; — *m* canaux semi-circulaires ; — *n* limaçon ; — *o* nerf acoustique.

évasé et se continue avec le *conduit auriculaire (f)* qui s'enfonce dans l'os temporal, et se recourbe en haut et en avant. La peau qui tapisse ce conduit se termine en cul-de-sac à son extrémité interne, et au-dessous d'elle on trouve un grand nombre de petits follicules sébacés qui fournissent la matière jaune et amère connue sous le nom de *cérumen*.

L'*oreille moyenne* se compose du tympan, de la caisse et des parties qui en dépendent.

La *caisse* (*fig.* 60, *h*) est une cavité de forme irrégulière, qui est creusée dans la substance du rocher, et qui fait suite au conduit auriculaire, dont elle est séparée par une cloison membraneuse, bien tendue et très-élastique, nommée *tympan* (*g*). Vis-à-vis l'ouverture dans laquelle le tympan est comme enchâssé (c'est-à-dire à la partie interne de la caisse), se trouvent deux autres trous qui sont bouchés de la même manière par une membrane tendue; on les appelle, à raison de leur forme, *fenêtres ovale* et *ronde*. A la paroi postérieure de la caisse, on voit une ouverture qui conduit dans des cellules creusées dans la portion mastoïdienne de l'os temporal; et à sa paroi inférieure, on remarque l'embouchure de la *trompe d'Eustache* (*k*, *fig.* 60), conduit long et étroit qui vient aboutir à la partie postérieure des fosses nasales (*fig.* 59 *n*), et qui établit ainsi une communication entre l'intérieur de la caisse et l'air extérieur. Enfin cette cavité est traversée par une chaîne de petits osselets (*fig.* 61),

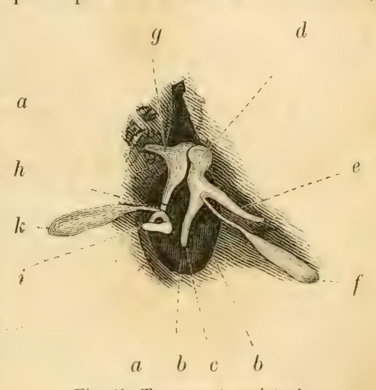


Fig. 61. *Tympan et osselets* (1).

(1) Cette figure représente la paroi externe de la caisse, le tympan, les osselets de l'ouïe et leurs muscles, le tout grossi : — *a a* cadre du tympan; — *b* tympan; — *c* manche du marteau dont l'extrémité s'appuie sur le milieu du tympan; — *d* tête du marteau s'articulant avec l'enclume; — *e* apophyse qui naît au-dessous du col du marteau, et s'enfonce dans la scissure glénoïdale de l'os temporal; son extrémité donne attache au muscle antérieur du marteau; — *f* muscle interne du marteau; — *g* enclume, dont la branche horizontale s'appuie sur les parois de la caisse, et dont la branche verticale s'articule avec l'os lenticulaire (*h*); — *i* étrier, dont le sommet s'articule avec l'os lenticulaire, et dont la base s'appuie sur la membrane de la fenêtre ovale; — *k* muscle de l'étrier.

qui s'étend depuis le tympan jusqu'à la membrane de la fenêtre ovale et qui s'appuie, à l'aide d'une branche dirigée de côté *(g)*, sur la paroi postérieure de la caisse.

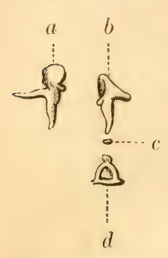


Fig. 62. *Osselets de l'oreille.*

Ces os sont au nombre de quatre et portent les noms de *marteau* (*fig.* 62 *a*), d'*enclume* (*b*), d'*os lenticulaire (c)* et d'*étrier (d)*. Une petite tige, qui peut être comparée à un manche, et qui appartient au marteau, appuie sur le tympan (*c*, *fig.* 64), et la base de l'étrier repose aussi sur la membrane de la fenêtre ovale. Enfin des petits muscles *(f, k)*, fixés à ces osselets, leur impriment des mouvements par suite desquels ils pressent plus ou moins fortement sur ces membranes, et augmentent ou diminuent, par conséquent, le degré de tension de chacune d'elles.

L'*oreille interne*, de même que l'oreille moyenne, est renfermée tout entière dans le rocher. Elle se compose de plusieurs cavités qui communiquent toutes entre elles, et que l'on nomme le vestibule, les canaux semi-circulaires et le limaçon. Le *vestibule (l*, *fig.* 60) en occupe la partie moyenne et communique avec la caisse par la fenêtre ovale. Les canaux semi-circulaires *(m)* s'élèvent de la face supérieure et postérieure du vestibule : ils sont au nombre de trois et ont la forme de tubes arrondis et renflés en forme d'ampoule à une de leurs extrémités. Enfin, le limaçon *(n)* est un organe très-singulier, qui est contourné en spirale, comme la coquille de l'animal dont il porte le nom ; sa cavité est divisée en deux parties par une cloison longitudinale, moitié osseuse, moitié membraneuse ; elle communique avec l'intérieur du vestibule, et n'est séparée de la caisse que par la membrane de la fenêtre ronde. Cette dernière cavité est remplie d'air ; l'oreille interne, au contraire, est remplie d'un liquide aqueux, et la membrane qui tapisse le vestibule, ainsi que les canaux semi-circulaires, n'est pas appliquée contre les parois osseuses de ces cavités, mais comme suspendue dans leur intérieur.

Le nerf de la huitième paire, qui naît de la moelle allongée, près d'une éminence appelée corps restiforme, et qui se sépare de l'encéphale entre le pédoncule du cervelet et la protubérance annulaire, pénètre dans le rocher par un canal osseux nommé conduit auditif interne, et vient se terminer dans l'intérieur des poches membraneuses du vestibule et des canaux semi-circulaires, ainsi que dans le limaçon. C'est de lui que dépend la sensibilité de l'organe auditif, et on le nomme, pour cette raison, *nerf acoustique*.

§ 223. **Mécanisme de l'audition.** — Telles sont les parties principales de l'appareil auditif de l'homme et des animaux qui se rapprochent le plus de nous. Voyons maintenant quel est le rôle que chacune d'elles remplit dans l'exercice du sens de l'ouïe.

L'audition, avons-nous dit, est destinée à nous faire sentir les sons.

Le *son* résulte d'un mouvement vibratoire très-rapide qu'éprouvent les particules des corps sonores. Pour s'assurer de l'existence de ce mouvement, il suffit de répandre, sur une lame de verre ou sur la table d'un violon, du sable fin, et de faire produire à cette lame ou à cet instrument un son quelconque : on verra aussitôt les grains de sable s'agiter et être lancés en l'air avec d'autant plus de force que le son sera plus intense. Les ondulations qu'éprouve le corps sonore se communiquent à l'air qui est en contact avec sa surface, comme elles se sont communiquées au sable dans l'expérience précédente ; et c'est ainsi, de proche en proche, que les sons se propagent au loin. Or, pour que nous puissions les entendre, il faut que les mouvements vibratoires dont nous venons de parler arrivent jusqu'à l'oreille interne, et que, sous leur influence, le liquide qui baigne immédiatement le nerf acoustique entre lui-même en vibration. Pour se rendre raison du mécanisme de l'audition, il faut donc suivre la marche de ces mouvements ondulatoires à travers les diverses parties de l'appareil auditif qui se trouvent interposées entre l'air extérieur et le nerf acoustique.

§ 224. C'est d'abord sur le pavillon de l'oreille que viennent frapper les vibrations sonores de l'air. Dans les animaux où cette partie a la forme d'un cornet, elle sert à réfléchir les vibrations et à augmenter l'intensité du son qui arrive à son extrémité rétrécie, comme cela est facile à constater par l'expérience. Chacun sait que les personnes un peu sourdes entendent avec plus de facilité lorsqu'elles appliquent à leur oreille un cornet analogue ; et si l'on étend sur le sommet ouvert d'un cône en carton une membrane mince, recouverte de sable fin, on verra que les mouvements de cette poussière seront bien plus intenses lorsque le son arrivera à la membrane par le côté évasé de l'entonnoir que lorsqu'il viendra du côté opposé.

Chez l'homme, la conque de l'oreille et le conduit auriculaire remplissent les mêmes fonctions; mais les autres parties du pavillon ne sont pas disposées de manière à pouvoir réfléchir ainsi les sons vers le tympan, et elles ne sont pas d'une très-grande utilité; aussi la perte du pavillon tout entier n'affaiblit l'ouïe que très-peu.

Les vibrations, excitées dans le pavillon de l'oreille ou dans les

parties voisines de la tête par les ondes sonores qui les frappent, se communiquent aux parois du conduit auriculaire et de là aux parties plus profondes de l'appareil de l'ouïe ; mais ces mouvements ne peuvent être que très-faibles, et c'est principalement par l'intermédiaire de l'air contenu dans ce conduit que les sons pénètrent dans l'intérieur de l'oreille : aussi, en bouchant ce tube avec du coton ou tout autre corps mou qui s'oppose à leur passage, on en rend la perception très-difficile.

§ 225. Le tympan sert principalement à faciliter la transmission des vibrations sonores de l'air extérieur vers le nerf acoustique. En effet, les expériences d'un de nos physiciens les plus habiles, Savart, prouvent que les sons, en venant frapper sur une membrane mince et médiocrement tendue, y excitent très-aisément des vibrations. Si l'on tend sur un cadre une feuille de papier, et que l'on en saupoudre la surface avec du sable, on voit celui-ci s'agiter vivement et se rassembler de manière à former des lignes variées, aussitôt que l'on en approche un corps sonore en vibration. Si l'on fait la même expérience avec une planchette de bois ou une feuille de carton, on ne verra pas de mouvement semblable, à moins d'employer un son extrêmement intense ; mais, si l'on adapte à ces derniers corps un disque membraneux semblable au tympan, on les verra vibrer facilement sous l'influence d'un son qui, auparavant, n'aurait produit sur eux aucun effet appréciable.

Il est donc évident que le tympan doit entrer aisément en vibration, lorsque les sons viennent le frapper, et que sa présence doit augmenter la facilité avec laquelle les autres parties de l'appareil auditif éprouvent des mouvements semblables.

§ 226. Les vibrations se transmettent de la membrane du tympan aux osselets de l'oreille, aux parois de la caisse, et surtout à l'air dont cette cavité est remplie : elles parviennent ainsi à la paroi postérieure de la caisse, et là il existe, comme nous l'avons vu, des membranes tendues sur des ouvertures conduisant dans l'oreille interne, à peu près comme le tympan est tendu entre le conduit auriculaire et la caisse. Or, ces membranes doivent agir de la même manière que celle-ci, c'est-à-dire entrer facilement en vibration et transmettre ces mouvements aux parties voisines.

La face postérieure de ces cloisons membraneuses est en contact avec le liquide aqueux qui remplit l'oreille interne, et dans ce liquide sont suspendues les poches membraneuses (1), qui, à leur

(1) On les appelle le vestibule membraneux et les tubes semi-circulaires, suivant

tour, sont distendues par un autre liquide, dans lequel plongent les filets terminaux du nerf acoustique. Les vibrations que ces membranes exécutent doivent donc se transmettre à ce liquide, se communiquer ensuite au sac membraneux du vestibule, et arriver enfin au nerf sur lequel leur action produit l'impression dont résultera la sensation du son.

§ 227. On voit, par ce qui précède, que l'air contenu dans la caisse joue un rôle très-important dans le mécanisme de l'audition; or, si cette cavité ne communiquait pas avec l'extérieur, cet air ne tarderait pas à être absorbé et à disparaître, et les vibrations du tympan ne se transmettraient plus à l'oreille interne que par les parois osseuses de la caisse, et n'y arriveraient que très-difficilement. Cela nous rend compte des usages de la trompe d'Eustache, et nous explique comment l'obstruction de ce conduit peut devenir une cause de surdité.

Le tympan est très-utile pour la transmission des sons, mais il n'est pas indispensable à l'audition; car, lorsque cette membrane est déchirée, les vibrations de l'air contenu dans le conduit auditif se communiquent sans interruption à l'air de la caisse et arrivent ainsi aux membranes des fenètres ovale et ronde.

§ 228. Nous avons vu que la chaîne d'osselets qui traverse la caisse et s'appuie sur le tympan et sur la membrane de la fenètre ovale, pouvait exécuter certains mouvements au moyen desquels la pression qu'elle exerce sur ces membranes augmente ou diminue. L'utilité de cette disposition est facile à comprendre : si l'on saupoudre de sable une membrane tendue sur un cadre, et qu'on en approche un corps sonore en vibration, on verra que, sans rien changer à l'intensité du son, on peut augmenter ou diminuer à volonté la force avec laquelle le sable est lancé en l'air, suivant qu'on diminue ou qu'on augmente la tension de la membrane. Dans le premier cas, celle-ci exécutera, sous l'influence d'un son de même intensité, des mouvements vibratoires bien plus étendus que lorsqu'on viendra à la tendre davantage. On peut en conclure que la pression plus ou moins forte, exercée par le marteau sur le tympan, et par l'étrier sur la membrane de la fenètre ovale, a pour usage d'empêcher ces membranes de vibrer trop fortement sous l'influence de sons très-intenses, sans les priver pour cela de la faculté de vibrer lorsqu'un son faible vient les frapper. La pression exercée sur la membrane de la fenètre ovale se communique aussi à la

qu'elles occupent le vestibule ou les canaux semi-circulaires; dans le limaçon il n'y a rien de semblable, et le liquide dont celui-ci est rempli est le même qui baigne le vestibule membraneux.

membrane de la fenêtre ronde, par l'intermédiaire du liquide dont l'oreille interne est remplie ; et il en résulte que, dans les circonstances ordinaires, les osselets de l'ouïe, en appuyant sur les deux membranes auxquelles ils sont fixés, empêchent les vibrations sonores qui arrivent au nerf acoustique d'être assez intenses pour endommager cet organe délicat.

La perte du marteau, de l'enclume et de l'os lenticulaire affaiblit l'ouïe, mais ne la détruit pas ; celle de l'étrier est, au contraire, suivie de la surdité, car cet os adhérant à la membrane de la fenêtre ovale, sa chute détermine la déchirure de cette cloison, et alors le liquide contenu dans le vestibule se perd, et le nerf acoustique ne peut plus remplir ses fonctions.

§ 229. Nous voyons donc que toutes les parties qui composent l'oreille externe et l'oreille moyenne servent à perfectionner l'audition, sans cependant être absolument nécessaires à l'exercice de ce sens ; aussi disparaissent-elles peu à peu à mesure que l'on s'éloigne de l'homme, et que l'on étudie la structure de l'oreille chez les animaux de moins en moins élevés dans la série des êtres. Chez les oiseaux, il n'y a plus de pavillon de l'oreille ; chez les reptiles, le conduit auditif externe manque aussi ; le tympan devient externe, et la structure de la caisse se simplifie ; enfin, chez la plupart des poissons, il n'y a plus de vestige, ni d'oreille externe, ni d'oreille moyenne, et l'appareil de l'ouïe ne se compose que d'un vestibule membraneux surmonté de trois canaux semi-circulaires, garni en dessous d'un petit sac qui paraît représenter le limaçon, et suspendu dans la partie latérale de la grande cavité crânienne.

Chez les animaux placés encore plus bas dans la série des êtres, il en est de même pour le limaçon, et les canaux semi-circulaires, parties dont nous ne connaissons pas bien les usages (1) ; mais le vestibule membraneux est un organe qui ne manque jamais : partout où existe un appareil auditif, on trouve un petit sac membraneux rempli de liquide, dans lequel vient se terminer le nerf acoustique, et ce vestibule est un instrument indispensable pour l'exercice du sens de l'ouïe. Mais, chez la plupart des mollusques et des insectes, on ne trouve plus aucun vestige d'un instrument spécial pour l'ouïe, bien que ces animaux ne paraissent pas être insensibles aux sons. Enfin, chez les zoophytes et plusieurs autres animaux des plus inférieurs, ce sens lui-même paraît manquer complétement.

(1) D'après les expériences de M. Flourens, il paraîtrait que la destruction des canaux semi-circulaires ne détruit pas l'ouïe, mais la rend confuse et douloureuse.

DU SENS DE LA VUE.

§ 230. La vue est une faculté qui nous rend sensibles à l'action de la lumière, et qui nous fait connaître, par l'intermédiaire de cet agent, la forme des corps, leur couleur, leur grandeur et leur position.

L'appareil chargé de cette fonction se compose, chez l'homme et les animaux les plus voisins de nous, du nerf de la deuxième paire, de l'œil, et de diverses parties destinées à protéger cet organe ou à le mouvoir.

§ 231. **Structure de l'œil**. — Le *globe de l'œil*, dont nous nous occuperons d'abord, est une sphère creuse, un peu renflée en avant et remplie d'humeurs plus ou moins fluides. Son enveloppe extérieure se compose de deux parties bien distinctes : l'une blanche, opaque et fibreuse, nommée *sclérotique* (*s*); l'autre transparente, et semblable à une lame de corne, qu'on appelle, pour cette raison, la *cornée* (*c*). Celle-ci occupe le devant de l'œil, et se trouve comme enchâssée dans une ouverture circulaire de la sclérotique. Sa surface externe est plus bombée que celle de cette dernière membrane, et elle ressemble à un verre de montre qui serait appliqué sur une sphère creuse, et qui ferait saillie à sa surface,

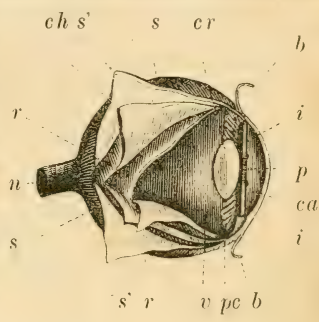


Fig 63. Globe de l'œil ouvert (1).

A une petite distance derrière la cornée, on trouve, dans l'intérieur de l'œil, une cloison membraneuse (*i*), qui est tendue transversalement et fixée au bord antérieur de la sclérotique, tout autour de la cornée. Cette espèce de diaphragme, qui est coloré diversement, suivant les individus, est appelé *iris*, et présente dans son milieu une ouverture circulaire nommée *pupille* (*p*). On distingue

(1) Intérieur de l'œil : — *c* cornée transparente; — *s* sclérotique; — *s'* portion de la sclérotique renversée en dehors pour montrer les membranes situées dessous ; — *ch* choroïde; — *r* rétine; — *n* nerf optique; — *ca* chambre antérieure de l'œil placée entre la cornée et l'iris, et remplie par l'humeur aqueuse; — *i* iris; — *p* pupille; — *cr* cristallin, placé derrière la pupille; — *pc* procès ciliaires; — *v* humeur vitrée; — *b b* portion de la conjonctive qui, après avoir recouvert la partie antérieure de l'œil, s'en détache pour tapisser les paupières.

dans le tissu de cet organe des fibres musculaires qui se dirigent, en rayonnant, du bord de la pupille vers la sclérotique, et d'autres fibres de même nature qui sont circulaires et qui entourent cette ouverture comme un anneau. Lorsque les premières se contractent, la pupille se dilate; et lorsque les dernières viennent à agir, elle se resserre.

L'espace compris entre la cornée et l'iris constitue la chambre antérieure de l'œil (*c a*, *fig*. 63) : elle communique par l'ouverture de la pupille avec la chambre postérieure, cavité située derrière l'iris, et elle est remplie, de même que cette dernière chambre, par l'*humeur aqueuse*, liquide parfaitement transparent et composé d'eau tenant en dissolution un peu d'albumine et une petite quantité des sels qu'on rencontre dans toutes les sécrétions de l'économie animale. On croit cette humeur formée par une membrane qui se trouve derrière l'iris, et qui présente un grand nombre de plis rayonnants, nommés *procès ciliaires* (*p c*).

Presque immédiatement derrière la pupille se trouve une lentille transparente, nommée *cristallin* (*c r*) : elle est logée dans une poche membraneuse et diaphane (la *capsule du cristallin*), et paraît être le produit d'une sécrétion opérée par elle ; car, lorsqu'on la retire de l'œil d'un animal vivant, sans détruire sa capsule, on voit bientôt un nouveau cristallin remplacer l'ancien. On remarque aussi que ce corps se compose d'un grand nombre de couches concentiques, dont la dureté va en croissant depuis la circonférence jusqu'au centre, ce qui s'accorde très-bien avec ce que nous venons de dire sur son mode de formation. Enfin, chacune de ces couches se compose à son tour de fibres dont les bords paraissent s'engrener entre eux, et dont la disposition est très-remarquable.

Il est également essentiel de noter que la face postérieure du cristallin est beaucoup plus convexe que l'antérieure.

Derrière le cristallin, on trouve une masse gélatineuse et diaphane très-volumineuse, qui ressemble à du blanc d'œuf, et qui est enveloppée par une membrane d'une ténuité extrême, dont un grand nombre de lamelles se portent en dedans, de façon à former des cloisons ou des cellules. Cette membrane est nommée *hyaloïde*, et l'humeur qui s'y trouve *humeur vitrée* (*v*).

Partout, excepté en avant, où se trouvent le cristallin et l'iris, l'humeur vitrée est entourée par une membrane molle et blanchâtre, nommée *rétine* (*r*), qui n'est séparée de la sclérotique que par une autre membrane, également mince, qu'on appelle *choroïde* (*ch*). Cette dernière est formée principalement par un lacis de vaisseaux sanguins, et est imprégnée d'une matière noire, qui

donne au fond de l'œil la couleur foncée qu'on voit à travers la pupille, et qui manque chez les personnes et chez les animaux appelés *albinos*.

Le globe de l'œil reçoit plusieurs nerfs : le plus remarquable par sa grosseur et par ses fonctions est le *nerf optique* (*o*), qui traverse la partie postérieure de la sclérotique et se continue avec la rétine. Cette membrane paraît même n'être qu'un épanouissement du nerf optique, dont les fibres élémentaires vont former à sa surface antérieure une multitude de papilles cylindriques serrées les unes contre les autres, et offrant, sous le microscope, l'aspect d'une mosaïque. Les autres nerfs du globe de l'œil sont excessivement grêles : on les nomme *nerfs ciliaires;* ils naissent d'un petit ganglion formé par la réunion de quelques branches des nerfs des troisième et cinquième paires, et vont se distribuer à l'iris et aux parties voisines de l'intérieur du globe de l'œil (*fig.* 55).

§ 232. **Mécanisme de la vision.** — C'est par l'intermédiaire de la lumière, avons-nous dit, que les corps placés à l'entour de nous agissent sur notre vue. Ceux qui émettent de la lumière, le soleil et les corps en ignition, par exemple, sont visibles par eux-mêmes ; mais les autres ne le deviennent que lorsque la lumière qui les frappe est réfléchie par eux, de façon à arriver jusqu'à nous.

Cet agent se meut avec une vitesse extrême : il ne peut agir sur nos sens qu'autant qu'il vient frapper sur la rétine, située au fond de notre œil ; les corps opaques le réfléchissent ou l'absorbent ; mais les corps transparents, tels que l'air atmosphérique et l'eau, lui livrent un passage facile (1).

On voit donc que la première condition pour l'exercice de la vision est l'absence de tout corps opaque entre les objets extérieurs et le fond de notre œil : aussi la cornée qui recouvre la partie antérieure de cet organe, comme un verre de montre, est-elle complétement transparente, et la lumière qui la traverse, et qui passe par l'ouverture de la pupille, arrive-t-elle facilement sur la rétine ; car elle ne rencontre sur la route que le cristallin, qui est diaphane, et des humeurs qui le sont également.

Mais, dans quelques maladies, il en est autrement, et cette perte de transparence entraîne toujours la cécité ; dans l'affection connue sous le nom de *cataracte*, par exemple, le cristallin devient opaque, et s'oppose ainsi au passage de la lumière ; et lorsque des taches blanches ou *taies* se forment sur la cornée, cette membrane devient

(1) La lumière qui frappe un corps transparent ne le traverse pas en entier : une portion plus ou moins considérable en est réfléchie, et c'est à raison de cette propriété que ces corps remplissent, plus ou moins bien, l'office de miroirs.

une espèce d'écran qui empêche les rayons lumineux de pénétrer dans l'œil, et qui rend la vision impossible.

Les parties diaphanes du globe de l'œil ne servent pas seulement à livrer passage à la lumière. Leur principal usage est de changer la direction des rayons qui pénètrent dans cet organe, de façon à les rassembler sur un point quelconque de la rétine; en effet, l'intérieur de l'œil ressemble assez exactement à l'instrument d'optique connu sous le nom de *chambre noire*, et l'image des objets que nous voyons se peint sur la rétine comme sur l'écran placé derrière cet instrument (1).

§ 233. Lorsqu'un faisceau de rayons lumineux tombe sur la cornée, une partie de ceux-ci est réfléchie par elle, tandis que le reste la traverse : c'est la lumière ainsi réfléchie par la cornée qui donne aux yeux leur brillant et qui fait qu'on peut s'y mirer. Les

(1) Pour faire comprendre cette partie de l'étude de la vision, il est indispensable de rappeler quelques principes de physique.

La lumière marche ordinairement en suivant une ligne droite, et les différents rayons qui partent d'un point quelconque s'écartent entre eux de plus en plus, à mesure qu'ils avancent dans l'espace. Lorsque ces rayons tombent perpendiculairement sur la surface d'un corps transparent, ils traversent celui-ci sans changer de direction ; mais lorsqu'ils viennent le frapper obliquement, ils sont toujours plus ou moins déviés de leur direction primitive. Si le corps dans lequel ils pénètrent est plus dense que celui dont ils sortent, s'ils passent de l'air dans de l'eau ou dans du verre, par exemple, ils forment alors un coude et se rapprochent de la perpendiculaire au point d'immersion ; si, au contraire, ils passent d'un milieu plus dense dans un milieu plus rare, ils s'écartent de cette perpendiculaire, et ces déviations sont d'autant plus grandes que le rayon frappe la surface du corps transparent plus obliquement.

Ce phénomène, qui est connu sous le nom de *réfraction de la lumière*, est facile à constater; c'est à cause de ce changement dans la direction des rayons lumineux, lors de leur passage de l'eau dans l'air, qu'un bâton droit, plongé à moitié dans ce liquide, paraît toujours comme s'il était coudé au point d'immersion; et si l'on place une pièce de monnaie (*a*) au fond d'un vase vide, de façon à ce que le bord de celui-ci s'élève juste assez haut pour empêcher l'œil de l'observateur d'apercevoir cet objet, il suffira, pour le rendre visible, de remplir le vase avec de l'eau (*c*), car alors les rayons de lumière qui partent de la pièce, au lieu de marcher toujours en ligne droite, seront réfractés lors de leur passage de l'eau dans l'air, et s'éloigneront de la perpendiculaire : or, en changeant ainsi de direction, les rayons (*d* ou *b*), qui, auparavant, passaient au-dessus de l'œil de l'observateur, viennent le frapper.

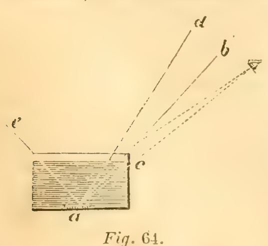


Fig. 64.

Les rayons lumineux, avons-nous dit, se rapprochent de la perpendiculaire au point de contact, toutes les fois qu'ils pénètrent obliquement dans un corps plus dense que celui dont ils sortent. Il en résulte que la forme de ces corps influe beau-

rayons qui pénètrent dans cette lame transparente passent dans un corps beaucoup plus dense que l'air : ils sont, par conséquent, réfractés et rapprochés de la perpendiculaire ou de l'axe du faisceau avec d'autant plus de force que la surface de la cornée sera plus convexe ; car plus cette membrane sera bombée, plus les rayons divergents qui viennent la frapper formeront, avec sa surface, un angle aigu.

Si, après avoir traversé la cornée, les rayons lumineux rencontraient de l'air, ils se réfracteraient avec autant de force que lors de leur entrée dans cette membrane, mais en sens contraire ; ils reprendraient, par conséquent, leur direction primitive. Mais l'humeur aqueuse qui remplit la chambre antérieure de l'œil a un pouvoir réfringent beaucoup plus considérable que l'air, de façon qu'en y entrant les rayons s'écartent moins entre eux qu'ils ne s'étaient

coup sur la marche de la lumière qui les traverse ; suivant que leur surface est convexe ou concave, les rayons seront rapprochés ou écartés entre eux.

Quelques exemples rendront cette proposition facile à comprendre. Supposons que trois rayons divergents, partis du point *a*, traversent l'air et viennent tomber

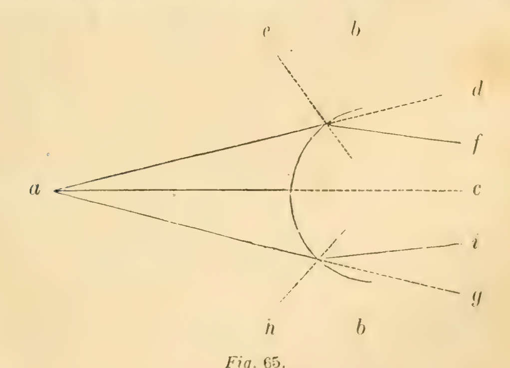


Fig. 65.

sur une lentille, dont la surface est convexe, comme la ligne *b b* (*fig.* 65). Le rayon *a c* frappera perpendiculairement cette surface, et par conséquent traversera la lentille, sans éprouver de déviation ; mais le rayon *a d*, tombant obliquement sur cette surface, sera réfracté et rapproché de la perpendiculaire tirée au point d'immersion : or, cette perpendiculaire aura la direction de la ligne ponctuée *e*, et, en s'en rapprochant, le rayon lumineux, au lieu de poursuivre sa route vers le point *d*, suivra la ligne *f*. Il en sera de même pour le rayon *a g*, qui, en continuant sa marche, se rapprochera de la perpendiculaire *h*, et se dirigera vers le point *i*, au lieu de continuer à se porter en ligne droite vers le point *g*. Les autres rayons qui viendraient frapper la lentille seraient réfractés d'une manière analogue, et par conséquent, au lieu de continuer à s'écarter entre eux, ils se rap-

rapprochés lors de leur passage de l'air dans la cornée ; l'action de ces parties rend, par conséquent, ces rayons moins divergents qu'avant leur entrée dans l'œil, et fait qu'une quantité plus considérable de lumière arrive dans l'ouverture de la pupille.

Une grande partie de la lumière qui parvient au fond de la chambre antérieure de l'œil rencontre l'iris et est absorbée ou réfléchie au dehors par ce corps ; celle qui tombe sur la pupille pénètre seule vers le fond de l'œil, et la quantité en est d'autant plus considérable, que cette ouverture est plus large. Aussi, lorsque la lumière qui arrive à l'œil est très-faible, la pupille se dilate-t-elle, tandis qu'elle se resserre sous l'influence d'une lumière vive ; l'iris, comme on le voit, est le régulateur de la quantité de lumière qui

procheront et pourront même se réunir tous dans un même point, que l'on appelle le *foyer* de la lentille.

Si la surface du cristal, au lieu d'être convexe, est concave, les rayons lumineux ne se rapprocheront pas de l'axe du faisceau, comme dans le cas précédent, mais au contraire divergeront davantage. Le rayon *a d* (*fig.* 66), par exemple, devra se rapprocher de la perpendiculaire au point de contact, laquelle aura la direction de la ligne ponctuée *e*, et, en se deviant ainsi, ce rayon prendra la direction de la ligne *f*. Le rayon *a g* sera également rapproché de la perpendiculaire *h*, de façon à prendre la direction de la ligne *i*.

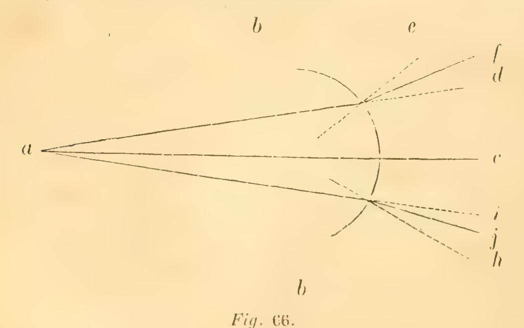


Fig. 66.

La déviation que les rayons lumineux éprouvent, en traversant de la sorte des lentilles convexes ou concaves, est d'autant plus forte, que la courbure de la surface de ces corps est plus grande : et la simple inspection des figures dont nous venons de nous servir suffira pour faire comprendre qu'il doit en être ainsi ; car plus la courbure de la surface sur laquelle les rayons divergents viennent frapper sera grande, plus les perpendiculaires au point d'immersion s'éloigneront de la direction de ces mêmes rayons.

La physique nous apprend aussi que les corps transparents réfractent la lumière avec d'autant plus de force qu'ils sont plus denses (c'est-à-dire que, sous un même volume, ils ont un poids plus considérable) et qu'ils sont formés de matières plus combustibles.

doit parvenir jusqu'à la rétine, et il est à noter que c'est chez les animaux destinés à poursuivre leur proie après le coucher du soleil que la pupille est le plus dilatable.

Les rayons de lumière qui ont traversé la pupille tombent sur le cristallin, espèce de lentille diaphane, qui change de nouveau leur direction et qui les fait tous converger vers un point nommé foyer, où ils se réunissent. Or, ce foyer se trouve précisément sur la surface de la rétine; et c'est ainsi que les rayons lumineux, envoyés à l'œil de divers points d'un corps placé à distance, sont rassemblés sur cette membrane nerveuse, de façon à y peindre en petit l'image de l'objet dont ils proviennent.

§ 234. Il est aisé de s'assurer, par l'expérience, que les images se forment ainsi au fond de l'œil : il suffit de prendre un œil de lapin ou de pigeon, dont la sclérotique est à peu près transparente, ou, mieux encore, des yeux d'animaux albinos, et de placer devant la cornée un objet fortement éclairé, une bougie allumée, par exemple, pour voir distinctement l'image de celui-ci se peindre sur la rétine..

Les images qui se forment de la sorte sont toujours renversées, et la cause de ce phénomène est facile à trouver. En effet, si l'on observe la marche que les rayons lumineux, partant des deux extrémités d'un objet (*a*, *c*, *fig.* 67), doivent suivre pour parvenir à la rétine, on voit qu'ils doivent toujours se croiser avant que d'y arriver, et que, par conséquent, celui qui viendra de l'extrémité supérieure de l'objet (*a*) se trouvera à la partie inférieure de l'espace occupé sur la rétine par le faisceau entier de rayons formant l'image (*b*), tandis que celui venant de l'extrémité inférieure de l'objet (*c*) occupera le haut du même espace (*d*) : il en sera de même pour tous les autres rayons, et il en résultera qu'au fond de l'œil l'objet paraîtra renversé.

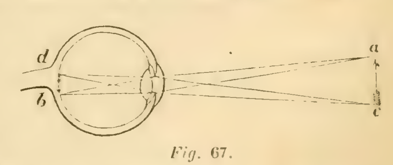


Fig. 67.

§ 235. La matière noire qui est située derrière la rétine et qui tapisse tout le fond de l'œil ainsi que la face postérieure de l'iris, sert à absorber la lumière immédiatement après qu'elle a traversé la rétine; si cette lumière était réfléchie vers d'autres points de cette membrane, elle troublerait considérablement la vue et empêcherait la formation d'images bien nettes au fond de l'œil. Aussi, chez les hommes et les animaux albinos où ce pigment manque, la vision est-elle extrêmement imparfaite. Pendant le jour, ils voient à peine

de manière à pouvoir se conduire, et c'est pendant le crépuscule ou même pendant la nuit que leur vue devient distincte.

§ 236. Le globe de l'œil sert, comme on le voit, à conduire la lumière et à la concentrer sur la rétine ; il remplit l'office d'une espèce de lunette ; mais c'est un instrument d'optique plus parfait qu'aucun de ceux que les physiciens sont encore parvenus à construire; car, en même temps qu'il est en général achromatique et qu'il ne présente point d'aberration de sphéricité (1), sa portée peut varier considérablement.

En effet, l'homme peut, en général, voir d'une manière tout aussi nette des objets placés à quelques pouces de l'œil ou à une distance même très-considérable de cet organe. Dans nos instruments d'optique, au contraire, l'image qui se forme au foyer d'une lentille avance ou recule, suivant la distance à laquelle se trouve l'objet : on a donc supposé que, pour donner à notre vue des portées si différentes, le cristallin devait se rapprocher ou s'éloigner de la

(1) La lumière blanche est formée par la réunion de plusieurs rayons élémentaires diversement colorés, qui, étant séparés, donnent naissance au spectre solaire, et ces rayons ne sont pas également réfrangibles. Il en résulte que, lorsqu'on fait passer la lumière blanche à travers un corps qui la réfracte, elle est plus ou moins complétement décomposée, et les objets qui la projettent paraissent avoir les couleurs du spectre solaire ; mais, si le corps qui réfracte la lumière se compose de plusieurs couches douées de forces réfringentes différentes, il est possible que les rayons élémentaires, qui ont été trop fortement écartés de leur route par l'une de ces couches, ne le soient pas assez par une autre, et que, ces différences se compensant, il n'y ait, en dernier résultat, aucune décomposition semblable dans la lumière réfractée, et, par conséquent, aucune production de couleurs.

On appelle *achromatisme* cette propriété de dévier la lumière de sa marche, sans y développer des couleurs, et, par conséquent, les lentilles achromatiques sont celles qui forment en leurs foyers des images incolores ou n'ayant que les couleurs de l'objet représenté. On obtient des lunettes achromatiques en combinant différents verres, dont les uns corrigent la dispersion de la lumière produite par les autres, de façon à réunir tous les rayons en un même foyer. Il est probable que l'achromatisme de l'œil dépend de quelque disposition analogue ; mais les physiciens ne sont pas d'accord sur l'explication de ce phénomène : les uns pensent qu'il dépend de la diversité des humeurs de cet organe ; d'autres l'attribuent aux différences de densité qui existent dans les différentes couches du cristallin.

L'*aberration de sphéricité* consiste dans la réunion des rayons qui tombent sur différentes parties d'une lentille à des foyers sensiblement différents, d'où résulte un défaut de netteté dans les images ; lorsque les lentilles sont très-convexes, les rayons qui passent près des bords ne se réunissent pas au même foyer que ceux qui traversent la partie centrale de l'instrument, et, pour obtenir des images nettes, on est obligé d'intercepter le passage des premiers, en plaçant au-devant de la lentille un diaphragme percé d'un trou. Or, les images qui se forment derrière le cristallin de l'œil ne sont jamais diffuses, et on attribue cette absence d'aberration de sphéricité à l'iris, qui remplit la fonction des diaphragmes placés dans l'intérieur des lunettes.

rétine, suivant les besoins, ou bien que la forme du globe de l'œil devait changer. Mais l'observation directe ne confirme pas ces hypothèses, et jusqu'ici cette particularité n'a pas pu trouver d'explication satisfaisante. Il est seulement à noter que c'est sous l'influence de la volonté que s'opère le changement qui survient dans l'œil, lorsque cet organe se dispose pour la vision distincte à telle ou telle distance, quelle que soit, du reste, la nature de ce changement.

Mais l'œil ne possède pas toujours, au même degré, cette faculté précieuse : quelquefois on ne peut voir distinctement qu'à la distance de plusieurs pieds; plus près toutes les images sont confuses; et d'autres fois, au contraire, la vue ne devient nette que lorsque les objets sont approchés de l'œil à une distance de quelques pouces, et tout ce qui se trouve au delà paraît comme enveloppé d'un nuage.

La première de ces infirmités, connue sous le nom de *presbytisme*, dépend d'un défaut de convergence dans les faisceaux lumineux qui traversent les humeurs de l'œil. Les rayons qui arrivent à cet organe, d'un objet très-éloigné, divergent très-peu et peuvent être rassemblés au point où se trouve la rétine, bien que la force réfringente de l'œil ne soit pas considérable; mais ceux qui viennent d'un objet très-rapproché divergent beaucoup, et la force réfringente de l'œil se trouve trop faible pour les rapprocher de façon à les réunir sur un point déterminé de la rétine. Aussi les presbytes ont-ils ordinairement la pupille contractée, comme s'ils faisaient un effort continuel pour ne laisser entrer dans leur œil que les rayons qui tombent sur le centre du cristallin, et qui n'ont pas besoin d'être beaucoup déviés de leur route, pour se rassembler derrière le cristallin au point occupé par la rétine.

Ce défaut de pouvoir réfringent dans l'œil paraît tenir, en général, à un aplatissement de la cornée ou du cristallin, circonstances qui effectivement doivent tendre à produire le presbytisme, et qui se montrent presque toujours chez les vieillards.

La *myopie* résulte d'un effet contraire : les rayons qui traversent l'œil sont alors déviés de leur route avec tant de force, qu'à moins d'être très-divergents, ils se croisent avant que d'arriver sur la rétine. Cette imperfection de l'organe visuel dépend, en général, d'une trop grande convexité de la cornée ou même du cristallin; mais elle peut être une suite de l'habitude que l'œil prend de s'adapter à la vision à courte distance, et c'est de la sorte que, par l'usage de verres grossissants, il est possible de se rendre myope à volonté, stratagème auquel on a vu de jeunes conscrits avoir recours pour se faire exempter du service militaire.

On remarque que les personnes qui ont la vue trop courte deviennent moins myopes par les progrès de l'âge; et cela se comprend facilement, parce que la sécrétion des humeurs de l'œil devient toujours moins abondante pendant la vieillesse : or, cette diminution, qui tend à rendre la cornée moins convexe, rend la vue plus longue; dans la plupart des cas elle détermine le presbytisme, mais ici elle ne fait d'abord que corriger les défauts de l'œil et donner à la vue sa portée ordinaire. Il en résulte qu'en général la vue des myopes s'améliore à l'âge où celle de la plupart des personnes s'affaiblit; mais, comme cette diminution dans l'abondance des humeurs de l'œil continue toujours, il arrive un moment où l'œil du myope devient aussi trop peu réfringent, et sa vue, par conséquent, trop longue.

Pour corriger ces défauts naturels de l'œil, on a recours à des moyens dont l'efficacité vient confirmer l'explication que nous venons de donner de la cause, soit de la myopie, soit du presbytisme. On place devant les yeux des verres dont les surfaces sont disposées de façon à augmenter ou à diminuer la divergence des rayons qui les traversent. Les myopes se servent de verres concaves qui tendent à disperser la lumière, et les presbytes emploient des verres convexes qui tendent, au contraire, à rapprocher les rayons divergents de l'axe du faisceau.

§ 237. C'est le contact de la lumière sur la rétine, avons-nous dit, qui détermine la vision; et, effectivement, lorsque cette membrane est frappée de paralysie (état qui constitue la maladie connue sous le nom de *goutte sereine*), ce sens est complétement détruit. Mais la sensibilité de la rétine est tout à fait spéciale : cette membrane nerveuse ne jouit que peu ou point de la sensibilité tactile, et on peut la toucher ou même la pincer et la déchirer sur un animal vivant, sans que celui-ci manifeste aucun signe de douleur.

Tous les points de la rétine sont aptes à recevoir l'impression de la lumière; mais la partie centrale de cette membrane jouit d'une sensibilité bien plus exquise que tout le reste, et c'est seulement lorsque les images des corps extérieurs se forment dans cette partie, que nous les voyons bien distinctement : aussi, lorsque nous regardons un objet quelconque, avons-nous le soin de diriger sur lui l'axe de nos yeux.

Du reste, cette sensibilité particulière de la rétine a des bornes : une lumière trop faible est sans action sur cette membrane, et une lumière trop forte la blesse et la met hors d'état d'agir. Mais à cet égard, l'influence de l'habitude est extrême : lorsqu'on est resté

long-temps dans l'obscurité, une lumière, même très-faible, éblouit les yeux, et rend, pendant quelques instants, la rétine incapable de remplir ses fonctions, tandis que les personnes accoutumées à la lumière du jour n'éprouvent ces mêmes effets qu'en regardant les objets les plus éclatants, en cherchant, par exemple, à fixer le soleil.

Lorsqu'on regarde pendant long-temps le même objet, sans changer de position, le point de la rétine qui en reçoit l'image ne tarde pas à se fatiguer, et cette fatigue, portée au delà d'une certaine limite, prive, pendant quelque temps, la partie qui l'éprouve de sa sensibilité ordinaire. Ainsi, lorsque nous regardons pendant quelque temps une tache blanche située sur un fond noir, et qu'ensuite nous transportons notre vue sur un fond blanc, nous croyons y voir une tache noire, parce que le point de la rétine, précédemment fatigué par la lumière blanche, y est devenu insensible.

La fatigue qu'éprouve la rétine par l'exercice de ses fonctions dépend aussi en partie des efforts que l'on fait pour regarder les objets placés sous les yeux. Si l'on cherche à voir avec attention des corps très-faiblement éclairés, on éprouve bientôt un sentiment douloureux dans l'orbite et même dans la tête.

Il est aussi à noter que l'impression produite sur la rétine par le contact de la lumière dure pendant un certain temps après que ce contact a cessé; aussi, lorsque des images différentes viennent se peindre successivement sur le même point de cette membrane, avec assez de rapidité pour que l'impression de l'une ne soit pas encore éteinte avant que celle de l'autre commence, ces images se confondent, et la sensation qui en résulte ne diffère pas de celle qui dépendrait d'une seule et même image. C'est pour cette raison que, lorsqu'un corps décrit un cercle avec beaucoup de rapidité, on croit voir un anneau, et qu'une roue qui tourne avec vitesse ne paraît plus avoir de rayons séparés par des intervalles vides, mais ressemble à un disque.

§ 238. Le nerf optique, qui, en s'épanouissant au fond de l'œil, forme la rétine, transmet au cerveau les impressions produites sur cette membrane par le contact de la lumière : aussi sa section produit-elle immédiatement une cécité complète.

Ce sont les hémisphères du cerveau qui paraissent être le siége de la perception de ces sensations, comme de toutes les autres; car, lorsqu'on les détruit, l'animal devient aussitôt aveugle. Mais il est d'autres parties de l'encéphale qui exercent aussi la plus grande influence sur ce sens : ce sont les lobes optiques ou tubercules quadrijumeaux (page 126, *fig.* 55 *g*). Si on les détruit sur

un oiseau (où ces parties sont très-développées), on détermine également la cécité, et il est à noter que les animaux qui ont la rétine la plus développée et les nerfs optiques les plus gros, sont aussi ceux où ces lobes acquièrent le plus de volume et ont la structure la plus compliquée ; on peut même considérer ces organes comme une dépendance des nerfs optiques, et comme étant les liens qui les unissent aux hémisphères cérébraux.

Mais ce qui frappe le plus dans ces expériences sur l'encéphale, c'est de voir que la destruction de l'hémisphère cérébral ou du lobe optique d'un côté n'entraîne pas la perte de la vue du même côté : c'est l'œil du côté opposé qui devient aveugle ; et l'anatomie nous donne, jusqu'à un certain point, l'explication de ce fait ; car les nerfs optiques, peu après leur séparation du cerveau, se réunissent et s'entre-croisent, de façon que celui qui vient du lobe droit envoie une grande partie de ses fibres ou même la totalité à l'œil gauche, et *vice versâ* (*fig.* 56).

§ 239. **Organes moteurs de l'œil.** — En abordant l'étude de la vision, nous avons dit que l'appareil chargé de l'exercice de ce sens se composait d'une partie essentielle, qui est le globe de l'œil et le nerf optique, et de diverses parties accessoires destinées à mouvoir ou à protéger la première.

§ 240. Les organes moteurs, destinés à faire varier la direction des yeux, sont des muscles qui, au nombre de six, entourent le globe de l'œil et qui s'insèrent à la sclérotique par leur extrémité antérieure, tandis que par leur extrémité postérieure ils se fixent aux os situés derrière cet organe (*fig.* 68). Le globe de l'œil lui-même repose sur du tissu cellulaire graisseux sans y adhérer fortement, et il en résulte que chacun de ces muscles en se contractant le tire de son côté, de façon à le faire rouler sur lui-même et à changer la direction de son axe.



Fig. 68 (1).

(1) Coupe verticale de l'orbite pour montrer la position de l'œil et de ses muscles : *a* cornée ; — *b* sclérotique ; — *c* nerf optique, dont l'extrémité opposée pénètre dans le globe de l'œil ; — *d* muscle droit inférieur de l'œil ; — *e* muscle droit supérieur de l'œil ; — *f* portion du muscle droit externe de l'œil ; au fond de l'orbite on voit l'autre extrémité de ce muscle, dont toute la partie moyenne a été en-

Les nerfs qui donnent le mouvement à ces muscles appartiennent exclusivement à l'appareil de la vision : ce sont ceux de la troisième, de la quatrième et de la sixième paire (*fig.* 55). Les uns sont entièrement soumis à la volonté, les autres agissent souvent indépendamment d'elle, et c'est de la contraction de ces derniers que dépend le renversement des yeux pendant la syncope.

§ 241. **Parties protectrices de l'œil.** — Les parties protectrices de l'appareil de la vision méritent aussi de fixer notre attention. Celles que nous devons signaler d'abord sont les cavités osseuses qui logent les yeux et qui sont appelées *orbites*. Ce sont des fosses profondes creusées dans la face, cloisonnées par divers os de la tête, et renfermant beaucoup de graisse qui constitue une sorte de coussin élastique autour de l'œil.

§ 242. En avant, cet organe est protégé par les sourcils, par les paupières et par un liquide particulier, les larmes, dont sa surface est toujours baignée.

Les *sourcils* sont des saillies transversales formées par la peau, qui, dans ce point, est garnie de poils et pourvue d'un muscle spécial destiné à la mouvoir. Ils servent à protéger l'œil contre les violences extérieures, à empêcher que la sueur qui coule du front n'aille irriter la surface de cet organe; enfin, à le garantir de l'impression d'une lumière trop vive, surtout lorsque celle-ci vient d'un lieu élevé.

§ 243. Les *paupières*, chez l'homme et tous les autres animaux mammifères, sont au nombre de deux, situées l'une au-dessus de l'autre, et distinguées, par cette raison, en supérieure et en inférieure. Ce sont des espèces de voiles mobiles placés au-devant de l'orbite, et dont la forme s'accommode à celle du globe de l'œil, de façon qu'étant rapprochés, ils couvrent complétement la face antérieure de cet organe. Extérieurement, elles sont formées par la peau, qui, dans ce point, est très-fine, demi-transparente, et soutenue par une lame fibro-cartilagineuse (*cartilage tarse*). Leur face interne est tapissée par une membrane muqueuse nommée *conjonctive*, qui se réfléchit sur le globe de l'œil, recouvre toute la partie antérieure de la sclérotique et se confond avec la cornée transparente. Le bord libre des paupières est garni d'une rangée de *cils* et présente, derrière ces poils, une série de petits trous en communication avec les *glandes de Meïbomius*, follicules logés dans

levée pour montrer le nerf optique situé derrière elle ; — *g* extrémité du muscle petit oblique ; — *h* muscle grand oblique, dont le tendon passe dans une petite poulie avant de se fixer à la sclérotique ; — *i* muscle relévateur de la paupière supérieure ; — *k* glande lacrymale.

l'épaisseur des cartilages tarses, et servant à sécréter une humeur particulière, qui, lorsqu'elle est épaissie et desséchée, comme cela arrive souvent après le sommeil, est connue sous le nom de *chassie*. Enfin, on trouve encore, dans l'épaisseur des paupières, des muscles destinés à les mouvoir; l'un de ceux-ci entoure leur ouverture comme un anneau, et les resserre avec plus ou moins de force (*fig.* 78, *h*); l'autre s'étend de la paupière supérieure jusqu'au fond de l'orbite, et sert à relever ce voile (*fig.* 68, *i*).

Les paupières empêchent l'accès de la lumière à l'œil pendant le sommeil. Pendant la veille, elles se rapprochent ou s'écartent, de façon à ne laisser passer que la quantité de lumière nécessaire à la vision, mais insuffisante pour blesser la rétine; elles garantissent aussi l'œil du contact des corps étrangers qui voltigent dans l'air, le préservent des chocs par leur occlusion presque instantanée, et s'opposent aux effets du contact prolongé de l'air par des mouvements continuels, qui reviennent à des intervalles à peu près égaux.

L'un des usages de la conjonctive est de faciliter ce mouvement, nommé *clignement*. Cette membrane, dont la sensibilité est exquise, sécrète une humeur qui augmente le poli de sa surface, et qui adoucit le frottement continuel de la portion palpébrale de la conjonctive sur la portion oculaire; mais ce liquide ne suffit pas à cet effet, et, pour que la conjonctive remplisse convenablement ses fonctions, il faut que sa surface soit continuellement lubrifiée par les *larmes*.

§ 244. Cette humeur, qui se compose d'eau tenant en dissolution quelques millièmes de matière animale, et des sels qu'on retrouve dans tous les liquides de l'économie animale, se forme dans une glande assez volumineuse, située sous la voûte de l'orbite, derrière la partie externe du bord de cette cavité et au-dessus du globe de l'œil (page 168, *fig.* 68, *k*).

Cette *glande lacrymale* verse des larmes à la surface de la conjonctive par six ou sept petits canaux, qui viennent s'ouvrir sur cette membrane, vers la partie supérieure et externe de la paupière supérieure. Les larmes se répandent ensuite sur toute la surface de la conjonctive, en empêchent la dessiccation, et forment une couche uniforme, qui donne à l'œil son poli et son brillant. Elles doivent aussi servir à empêcher l'évaporation des humeurs du globe de l'œil et celle des liquides dont la cornée est imbibée; et en effet, lorsque après la mort les larmes cessent de se répandre ainsi sur la surface de l'œil, celui-ci ne tarde pas à devenir flasque, et la cornée perd sa transparence.

Les larmes qui ne s'évaporent point ou qui ne sont pas absorbées par la conjonctive vont se rendre dans les fosses nasales, en traversant des canaux dont les ouvertures se voient au bord libre de chaque paupière, près de l'angle interne de l'œil, au point où ces organes quittent le globe de l'œil pour se porter sur la *caroncule lacrymale*, corps saillant et de couleur rosée, qui est formé principalement d'un amas de petits follicules. Ces deux ouvertures, nommées *points lacrymaux*, sont extrêmement étroites et communiquent avec des canaux très-fins, qui sont logés dans l'épaisseur des paupières, et se dirigent directement en dedans, pour déboucher dans le *canal nasal*. Ce dernier conduit s'étend depuis l'angle interne de l'œil jusqu'au méat inférieur des fosses nasales, et traverse, pour s'y rendre, un canal osseux pratiqué entre l'orbite et le nez.

Dans l'état ordinaire, l'absorption des larmes par les points lacrymaux ne se fait que d'une manière fort lente ; mais, lorsque celles-ci deviennent très-abondantes, et qu'elles roulent dans les yeux, leur passage dans les fosses nasales devient si rapide, qu'on éprouve à chaque instant le besoin de se moucher. Quelquefois, dans certaines émotions vives de l'âme, par exemple, la sécrétion des larmes devient même si abondante, que ce liquide déborde les paupières et tombe sur les joues.

§ 245. La structure de l'appareil de la vision et le mécanisme de la vue sont, à peu de chose près, les mêmes chez l'homme et chez tous les mammifères, ainsi que chez les oiseaux, les reptiles et les poissons. L'œil de quelques mollusques, tels que les poulpes, ressemble également beaucoup au nôtre ; mais, chez la plupart des animaux de cette classe, sa structure est très-différente, et chez les arachnides, les crustacés et les insectes, ces organes ont à peine quelques points de ressemblance avec les yeux des animaux supérieurs. Dans la suite de ces leçons, nous ferons connaître ces particularités.

DES MOUVEMENTS.

Contraction musculaire.

§ 246. Les diverses modifications de la faculté de sentir que nous avons étudiées dans les précédentes leçons, rendent l'homme et les animaux aptes à connaître ce qui les entoure ; mais leurs rapports avec le monde extérieur ne consistent pas seulement dans ces phénomènes, en quelque sorte passifs. Ces êtres peuvent aussi agir sur les corps étrangers, leur imprimer des changements matériels, se mouvoir, et souvent même exprimer d'une manière plus ou moins précise leurs sentiments ou leurs idées.

Cette nouvelle série de fonctions, dont nous allons maintenant nous occuper, dépend essentiellement d'une propriété, qui n'est pas moins générale parmi les animaux que la sensibilité, savoir, la *contractilité*.

On donne ce nom à la faculté qu'ont certaines parties de l'économie animale de se raccourcir tout à coup et de s'étendre alternativement.

Dans quelques animaux d'une structure extrêmement simple, tels que les Hydres (*fig.* 2), toutes les parties du corps paraissent susceptibles de se contracter ainsi; mais pour peu que l'on s'élève dans la série des êtres, on voit cette faculté devenir l'apanage d'organes particuliers, que l'on nomme *muscles*. Ces muscles, qui sont les instruments actifs de tous nos mouvements, forment la majeure partie de la masse du corps, et constituent ce que l'on nomme vulgairement la viande ou la chair des animaux. Leur couleur est en général blanchâtre; chez quelques animaux, ils sont au contraire d'un rouge plus ou moins intense; mais cette couleur ne leur appartient pas en propre et dépend seulement du sang qu'ils contiennent.

§ 247. **Structure des muscles.** — Chaque muscle est formé par la réunion d'un certain nombre de faisceaux musculaires, qui sont unis par du tissu cellulaire et sont composés de faisceaux plus petits; ceux-ci à leur tour sont formés de faisceaux d'un moindre volume, et de division en division on arrive ainsi à des fibres d'une ténuité extrême, qui sont droites, rangées parallèlement entre elles, et qui, vues avec un microscope puissant, paraissent en général être formées chacune par une série de petits disques. Après la mort, le tissu musculaire est mou et facile à déchirer; mais, pendant la vie, il est très-élastique et très-résistant. Enfin il se compose essentiellement d'une matière que nous avons déjà rencontrée dans le sang, et que les chimistes appellent *fibrine*. On y trouve aussi de l'albumine, de l'osmazôme et quelques sels.

§ 248. Sous l'influence de certaines causes excitantes, les fibres musculaires se raccourcissent brusquement, et on voit en même temps les faisceaux qu'elles forment devenir plus gros et plus durs que dans l'état de relâchement. Chacun peut observer sur lui-même ce phénomène : il suffit pour cela d'exécuter un mouvement quelconque et d'observer les changements qui surviennent dans les muscles mis en action pour le produire. Que l'on ploie avec force l'avant-bras sur le bras, par exemple, et l'on verra aussitôt les muscles de la partie antérieure du bras se gonfler et se durcir.

Le mécanisme par lequel s'effectue la contraction musculaire n'est pas encore bien connu. A l'aide du microscope, on est par-

venu à reconnaître qu'au moment où ce phénomène se manifeste les stries transversales, faciles à observer sur la plupart des fibres charnues, se rapprochent (1) : or, ce rapprochement détermine nécessairement un raccourcissement correspondant dans la longueur totale des muscles. Les deux extrémités de celui-ci se rapprochent donc, et comme elles sont fixées aux parties destinées à être mises en mouvement, par leur action elles doivent nécessairement les entraîner avec elles ; et en effet, c'est de la sorte qu'elles en opèrent le déplacement.

§ 249. Cette insertion des muscles sur les parties mobiles ne se fait pas directement, mais a lieu par le moyen d'une substance intermédiaire, d'une texture fibreuse, qui pénètre dans la substance de ces organes, de façon à envoyer un prolongement à chacune des fibres dont ils se composent. Tantôt ce tissu fibreux, qui est blanc et nacré, prend la forme d'une membrane, et on l'appelle alors *aponévrose ;* d'autres fois, il ressemble à une corde plus ou moins longue, et constitue alors ce que les anatomistes nomment des *tendons* (2).

§ 250. **Influence du système nerveux sur la contraction musculaire.** — Nous avons dit plus haut que la contractilité appartenait spécialement aux fibres musculaires : *les muscles sont, en effet, les seules parties de l'économie qui, chez les animaux supérieurs, possèdent la faculté de se contracter; mais, cette propriété, ils la doivent au système nerveux.*

§ 251. **Influence des nerfs.** — Chaque faisceau musculaire reçoit un ou plusieurs nerfs. Ces nerfs, qui sont entourés par une espèce de gaîne, nommée *névrilème,* se composent, comme nous l'avons déjà dit, d'un grand nombre de filaments longitudinaux, et ces filaments se répandent dans tout le muscle, en marchant à peu près parallèlement entre eux et en passant transversalement sur les fibres musculaires. Après avoir continué ainsi leur trajet pendant quelque temps, on voit ces fibres nerveuses se recourber, former des anses et retourner vers le cerveau, de façon qu'elles paraissent former avec cet organe un cercle continu.

(1) Lors de la publication de la première édition de cet ouvrage, les physiologistes pensaient que la contraction musculaire dépendait d'un plissement en zigzag qui s'observe souvent dans les fibres d'un muscle en action ; mais de nouvelles recherches ont appris que ce plissement est un accident et non pas la cause du phénomène, car on s'est assuré qu'il se manifeste dans les fibres qui ne se contractent pas en même temps que leurs voisines, et qui, se trouvant alors plus longues que celles auxquelles elles adhèrent, sont obligées de se froncer.

(2) Ce sont les tendons et les ligaments que l'on appelle vulgairement les nerfs bien qu'ils n'aient avec ces organes rien de commun.

Or, lorsqu'on coupe le nerf qui se distribue ainsi à un muscle, et qu'on sépare de la sorte celui-ci de la masse centrale du système nerveux, on empêche ses fibres de se contracter; on les *paralyse*. Il suffit même de comprimer le cerveau d'un animal vivant pour lui faire perdre aussitôt la faculté d'exécuter des mouvements.

§ 252. On a fait beaucoup de recherches pour découvrir la nature de l'influence que le système nerveux exerce ainsi sur les muscles lorsqu'il détermine leur contraction. Les plus célèbres sont celles d'un physicien de Bologne, Galvani; car, en même temps qu'elles ont jeté de nouvelles lumières sur cette question délicate, elles ont conduit à l'une des plus grandes découvertes du siècle dernier, celle de l'électricité galvanique.

Les travaux de Galvani, de Volta, et de quelques autres savants, ont montré que toutes les fois que certains corps de nature différente, du cuivre et du fer, par exemple, se touchent, ils développent de l'*électricité*, et que cette électricité passe avec une grande vitesse à travers certains corps, tels que les nerfs et les métaux, que l'on nomme, pour cette raison, des corps bons conducteurs de l'électricité, tandis qu'elle est arrêtée par d'autres, tels que le verre et la résine.

Or, lorsqu'on a paralysé un muscle par la section du nerf qui s'y rend, on peut, pendant quelque temps, suppléer au défaut de l'action nerveuse par de l'électricité, et déterminer, à l'aide de cet agent, des contractions semblables à celles qui, dans les circonstances ordinaires, ont lieu sous l'influence de la volonté.

La manière la plus commode de faire ces expériences est de dépouiller une grenouille de sa peau et de la couper en travers au niveau des reins, puis de saisir les nerfs lombaires et de les envelopper dans une petite feuille d'étain repliée; on pose ensuite les membres abdominaux sur une plaque de cuivre, et chaque fois que l'étain touche à ce dernier métal, on voit les muscles se contracter; les jambes se replient et s'agitent, et cette moitié de grenouille semble reprendre vie pour sauter. Ces effets singuliers peuvent se produire encore assez long-temps après la mort de l'animal, et s'observent aussi chez l'homme; car, en faisant passer un courant électrique à travers le corps de quelques suppliciés, on a vu ces cadavres agités de convulsions horribles.

Un phénomène analogue a lieu lorsque, après avoir coupé un nerf sur un animal vivant, on pince ou on brûle la portion restée adhérente aux muscles : ceux-ci se contractent aussitôt; mais, du reste, cet effet paraît dépendre de la même cause que les convulsions produites dans les expériences précédentes, car

on a constaté que, dans tous ces cas, il y a production d'électricité.

On voit, par ce qui précède, que les courants électriques agissent sur les muscles de la même manière que l'influence nerveuse, et la connaissance de ce fait a conduit plusieurs physiologistes à penser que cette influence nerveuse elle-même n'était autre chose que le passage de quelque fluide subtil, analogue à l'électricité, qui s'échapperait de l'encéphale pour se répandre dans les muscles, et qui y serait conduit par les nerfs. Pendant quelque temps, on a cru même pouvoir expliquer tous les phénomènes de la contraction musculaire d'après les propriétés connues des courants électriques ; mais cette théorie, toute plausible qu'elle paraissait, ne s'accorde pas avec divers faits constatés récemment, et, par conséquent, il nous semble inutile de nous y arrêter ici.

Quoi qu'il en soit, nous voyons que la contraction ne peut avoir lieu que dans le tissu musculaire, et que l'action du système nerveux en est la cause déterminante. Cherchons maintenant quels sont les rôles que les diverses parties de ce système jouent dans la production de ce phénomène important.

§ 253. Les muscles présentent entre eux des différences très-grandes ; les uns ne se contractent que sous l'influence de la volonté ; d'autres sont également soumis à l'empire de cette force, mais leur contraction a lieu aussi indépendamment d'elle ; enfin, il en est d'autres encore sur les mouvements desquels la volonté n'a aucune influence. Les muscles des membres, etc., appartiennent à la première de ces trois classes ; ceux de l'appareil respiratoire, à la seconde ; et le cœur, l'estomac, etc., à la troisième (1).

§ 254. Les *muscles dont les mouvements peuvent être déterminés par la volonté reçoivent tous des nerfs du système cérébro-spinal.* Mais tous les nerfs de ce système ne remplissent pas ces fonctions ; quelques-uns, comme nous l'avons déjà vu (§ 20), appartiennent exclusivement à la sensibilité. Les nerfs cérébraux des troisième, quatrième, sixième, septième, neuvième et onzième paires (*fig.* 55) paraissent, au contraire, être exclusivement affectés aux mouvements : enfin, les nerfs cérébraux de la cinquième et de la dixième paire, et tous les nerfs qui naissent de la moelle épinière, remplis-

(1) Il est à noter que les muscles soumis à l'influence de la volonté diffèrent de la plupart des muscles indépendants de la volonté, par leur structure aussi bien que par leurs fonctions ; chez les animaux supérieurs, les faisceaux de fibres dont les premiers sont composés offrent toujours les stries transversales, tandis que la plupart des derniers n'en présentent pas ; mais cette différence n'est pas constante, car les fibres du cœur ressemblent, sous ce rapport, à ceux des muscles dont les mouvements dépendent de la volonté.

sent ces fonctions en même temps qu'ils servent à la sensibilité ; leur racine postérieure, comme nous l'avons déjà vu, leur donne la faculté de transporter les impressions au cerveau (§ 203) ; et c'est par leur racine antérieure que l'influence nerveuse, nécessaire pour déterminer les mouvements volontaires, se propage du cerveau aux muscles.

En effet, lorsqu'on coupe, sur un animal vivant, les racines antérieures des nerfs spinaux, on prive les parties auxquelles ces nerfs se distribuent de la faculté de se contracter, tout comme si l'on coupait leurs deux racines.

§ 255. **Influence de l'encéphale.** — Lorsqu'on divise la moelle épinière, on détruit également les mouvements de toutes les parties dont les nerfs naissent au-dessous de la section, tandis que celles dont les nerfs sont encore en communication avec le cerveau continuent à se mouvoir. Mais si, au lieu d'expérimenter ainsi sur la moelle épinière, on agit sur le cerveau, qu'on l'enlève ou qu'on le comprime de manière à l'empêcher de remplir ses fonctions, on paralyse en même temps tous les muscles des mouvements volontaires.

Il paraîtrait aussi que certaines parties du système nerveux exercent sur les mouvements une influence d'une autre nature. Ainsi, M. Magendie a constaté que, lorsqu'on coupe la portion du cerveau désignée par les anatomistes sous le nom de *corps striés*, l'animal ainsi mutilé ne reste plus maître de ses mouvements, mais semble poussé en avant par une puissance intérieure à laquelle il ne peut résister : il s'élance en avant, court avec rapidité, et s'arrête enfin, mais ne paraît pas pouvoir reculer. Si, au contraire, on blesse les deux côtés du cervelet chez un mammifère ou un oiseau (1), on le voit aussitôt marcher, nager, ou même voler en arrière, sans jamais pouvoir se porter en avant.

Lorsqu'on ne pratique ces lésions que d'un seul côté, on observe d'autres phénomènes qui, au premier abord, paraissent être des plus singuliers, mais qui sont des conséquences des effets dont nous venons de parler. Ainsi, lorsqu'on coupe verticalement l'un des côtés du cervelet, ou de la protubérance annulaire, l'animal se met aussitôt à rouler latéralement sur lui-même, en tournant du côté blessé, et quelquefois avec une telle rapidité, qu'il fait plus de soixante révolutions par minute.

D'après ces expériences curieuses, et d'après les recherches sur le même sujet, faites par M. Flourens et par quelques autres phy-

(1) D'après les expériences de M. Magendie, il paraîtrait que les mêmes effets ne s'observent pas chez les reptiles et les poissons.

siologistes, on voit que *le cervelet et les parties voisines de l'encéphale ont, entre autres usages, celui de régler les mouvements de la locomotion.*

Les mouvements qui, tout étant soumis à l'empire de la volonté, se font aussi indépendamment de son influence, paraissent dépendre alors de l'action de la moelle allongée. En effet, lorsque le cerveau ne remplit plus ses fonctions, et que, par conséquent, il n'y a plus de volonté, les muscles de l'appareil respiratoire continuent à agir comme lorsque leurs mouvements pouvaient être réglés par cette force ; mais, lorsqu'on détruit cette portion de la moelle, tout en laissant le cerveau intact, on les arrête aussitôt.

§ 256. **Influence du système ganglionaire.** — Quant aux *muscles dont les contractions sont entièrement indépendantes de la volonté, ils reçoivent leurs nerfs du système ganglionaire*, et c'est dans ce système que réside leur principe d'action ; car, si l'on maintient la respiration par des moyens artificiels, on peut détruire tout l'encéphale, ainsi que la moelle épinière, sans arrêter les battements du cœur ou les contractions péristaltiques des intestins.

§ 257. Ainsi, en résumant les faits précédents, on voit que, dans la production d'un mouvement, de même que dans le phénomène de la sensibilité, il existe une division de travail très-remarquable : lorsque c'est la volonté qui détermine un mouvement, l'impulsion part du cerveau ; les nerfs le conduisent aux muscles, et ceux-ci, en se contractant, exécutent, pour ainsi dire, les ordres ainsi transmis ; mais, pour coordonner leur action, ces ordres ont besoin d'être, pour ainsi dire, régularisés, et c'est le cervelet ou les parties voisines de l'encéphale qui sont préposés à cet effet. Enfin, pour les mouvements dont l'animal ne doit pas être le maître d'interrompre le cours, la cause déterminante ne dépend pas de l'action du cerveau, instrument spécial de la volonté, mais réside dans d'autres organes, tels que la moelle allongée, et probablement aussi les centres nerveux du système ganglionaire.

§ 258. **Durée et force des contractions musculaires.** — La contraction de la fibre musculaire est un phénomène essentiellement intermittent. Les muscles ne peuvent rester dans un état de contraction permanente, et, au bout d'un temps plus ou moins long, ils se relâchent nécessairement. Ainsi, le cœur, dont l'action ne s'arrête qu'avec la vie, se contracte et se repose alternativement ; mais, pour les muscles des mouvements volontaires, ces mêmes contractions, interrompues par des repos plus ou moins rapprochés, ne peuvent être continuées au delà d'un certain temps, car elles produisent un sentiment de lassitude qui augmente jusqu'à ce

qu'enfin ces mouvements deviennent impossibles, et cette sensation ne se dissipe que par l'inaction.

La promptitude avec laquelle la fatigue musculaire se manifeste varie beaucoup, suivant les individus; mais, toutes choses égales d'ailleurs, elle est en raison de l'intensité des contractions, de la durée de chacune d'elles, et de la rapidité avec laquelle elles se succèdent.

La force déployée par la contraction d'un muscle dépend de la texture de cet organe et de l'énergie nerveuse de l'individu. Les muscles les plus gros, les plus fermes et les plus rouges sont susceptibles de se contracter avec plus de force que les muscles grêles, flasques et pâles ; mais c'est seulement lorsque ces conditions sont réunies à une puissance nerveuse très-forte que ces organes peuvent produire les plus grands effets, et presque toujours elles sont en sens inverse. Par la seule influence de l'action du cerveau, l'énergie des contractions musculaires peut être portée à un degré extraordinaire: on connaît la force d'un homme en colère et celle des maniaques ; et lorsque, dans l'état ordinaire de l'économie, une énergie nerveuse analogue se réunit à un grand développement matériel du système musculaire, il en résulte des effets étonnants, dont les anciens nous ont transmis des récits en parlant de leurs athlètes, et dont les bateleurs de nos jours nous rendent aussi quelquefois témoins.

De l'appareil du mouvement en général.

§ 259. La contraction musculaire a joué un grand rôle dans plusieurs des fonctions dont nous avons déjà fait l'histoire; mais le sujet dont nous allons maintenant nous occuper s'y rattache d'une manière encore plus directe, car nous allons aborder l'étude des mouvements généraux et partiels de notre corps, dont dépendent les attitudes, la locomotion, et une foule d'autres phénomènes entièrement mécaniques.

Chez les animaux les plus inférieurs, les muscles s'insèrent tous à la membrane tégumentaire, qui est molle et flexible; et c'est en agissant sur elle qu'ils modifient la forme du corps, de façon à le faire mouvoir en totalité ou en partie; mais chez les animaux d'une structure plus parfaite, l'appareil moteur se complique davantage et se compose non-seulement de muscles, mais aussi d'un système de pièces solides servant à augmenter la précision, la force et l'étendue des mouvements, en même temps qu'il détermine la forme générale du corps, et protège les viscères contre les violences extérieures.

§ 260. Cette espèce de charpente solide, à laquelle les muscles s'attachent, porte le nom de *squelette*. Dans certains animaux, tels que les insectes et les écrevisses, elle est située à l'extérieur et ne consiste que dans une modification de la peau; mais chez l'homme et tous les animaux qui s'en rapprochent (savoir, les autres mammifères, les oiseaux, les reptiles et les poissons), le squelette est situé à l'intérieur du corps, et se compose de parties qui lui appartiennent d'une manière spéciale.

Chez quelques poissons (tels que les raies), le squelette est formé d'une substance blanche, opaline, compacte, en apparence homogène, très-résistante et très-élastique, que l'on nomme *cartilage*. Il en est de même pour le squelette de l'homme et des autres animaux dans les premiers temps de la vie; mais cet état, qui est permanent chez les poissons dont nous venons de parler, n'est ici que transitoire, et les cartilages du squelette ne tardent pas à se charger de matières pierreuses de nature calcaire qui les rendent roides, cassants et très-durs, et qui les font passer à l'état d'*os*.

§ 261. **Des os.** — Pour s'assurer que les os ne sont que des cartilages durcis par le dépôt de sels calcaires dans leur épaisseur, il suffit de les faire macérer pendant quelque temps dans un liquide particulier appelé acide muriatique ou chlorhydrique; ce liquide a la faculté de dissoudre les matières pierreuses contenues dans les os, mais n'attaque pas le cartilage, de façon qu'on sépare ainsi ce dernier des sels qui en masquaient les propriétés (1).

L'ossification du squelette commence par une multitude de points qui s'étendent de plus en plus; il en résulte que le nombre des pièces osseuses est d'abord très-considérable; mais par les progrès de l'ossification, plusieurs d'entre elles se réunissent, de sorte que, chez l'animal adulte, on trouve beaucoup moins d'os distincts que chez le jeune, et que, dans la vieillesse extrême, on voit souvent plusieurs de ceux-ci se souder entre eux, et des parties, qui jusqu'alors étaient restées cartilagineuses, s'encroûter de matières calcaires. L'utilité de ce mode de développement est facile à comprendre : pour que la charpente solide du corps ne s'oppose pas à ses mouvements, il

(1) D'après l'analyse faite par M. Berzélius, les os du squelette humain, parfaitement dépouillés de graisse, sont composés, sur 100,00 : de cartilage, 32,17; vaisseaux, 1,13; sous-phosphate de chaux, avec un peu de fluorure de calcium, 53,04; carbonate de chaux, 11,30, phosphate de magnésie, 1,16; et soude, avec un peu de chlorure de sodium, 1,20. Dans un os de bœuf, ce chimiste a trouvé la même proportion de matières animales, mais beaucoup moins de carbonate de chaux. La partie cartilagineuse des os est composée de gélatine; aussi les emploie-t-on dans les arts pour la fabrication de la colle forte et dans l'économie domestique pour la préparation de bouillons économiques.

faut toujours qu'elle se compose d'un grand nombre de pièces mobiles, mais c'est surtout lorsque toutes ses parties doivent se prêter à l'accroissement des organes situés dans son intérieur que cette division est le plus nécessaire.

La surface des os est toujours recouverte d'une couche membraneuse à laquelle on donne le nom de *périoste*, et leur substance se compose de fibres ou de lamelles faciles à distinguer. Lorsque ces organes doivent occuper peu de volume et doivent présenter beaucoup de solidité, comme cela a lieu pour les os plats qui recouvrent la plupart des viscères les plus importants et les plus délicats, le tissu osseux est extrêmement compacte; mais lorsque les os doivent occuper un long espace, et qu'ils nuiraient aux mouvements si leur poids était considérable, leur tissu n'est dense et serré que vers la surface, et dans leur intérieur il existe de grandes cellules ou même des canaux appelés médullaires, parce qu'ils sont remplis de *moelle*. Enfin ce tissu lui-même, examiné au microscope, paraît formé principalement par des tubes très-déliés, ou par des cellules entourées de lamelles concentriques entre lesquelles on distingue des corpuscules opaques et ovoïdes.

§ 262. La forme des os varie beaucoup : on les distingue en os longs, os courts et os plats. Les premiers seulement présentent une cavité médullaire; ils sont toujours à peu près cylindriques, et les tubes dont leur tissu est composé sont disposés longitudinalement. Dans les os plats ces tubes sont parallèles à la surface de l'os, et dans les os courts ils sont remplacés par des cellules. On remarque souvent aux uns et aux autres des éminences qui donnent attache aux muscles ou à d'autres parties, et qui, toutes les fois qu'elles font une saillie considérable, sont désignées par les anatomistes sous le nom d'*apophyses*. Les os présentent aussi à leur surface des dépressions plus ou moins profondes qui servent à loger des parties molles ou à recevoir d'autres os qui doivent se mouvoir dans ces cavités, et dans beaucoup d'endroits on leur voit des trous destinés à livrer passage à des vaisseaux sanguins ou à des nerfs.

§ 263. **Articulation des os.** — On donne le nom d'*articulation* à l'union des divers os entre eux. Les moyens de jonction que la nature a employés à cet usage varient beaucoup, suivant que les os doivent conserver toujours entre eux les mêmes rapports, et rester fixes, ou bien exécuter des mouvements plus ou moins étendus.

Lorsque l'articulation des os n'est pas destinée à permettre des mouvements, elle peut avoir lieu de trois manières : par *juxtaposition*, par *engrenage* ou par *implantation*. Les articulations par simple juxtaposition des surfaces articulaires ne se voient que

dans certaines parties du squelette, où la position des os est telle, qu'ils ne peuvent se déplacer. Dans les articulations par engrenage (ou par *suture*), les surfaces articulaires offrent une série d'aspérités et d'enfoncements anguleux qui se reçoivent réciproquement : aussi ces articulations peuvent-elles avoir beaucoup de solidité sans que leurs surfaces soient très-étendues. Enfin les articulations par implantation sont celles où un os est enchâssé dans une cavité creusée dans la substance de l'os qui lui sert de base : ce sont les articulations les plus solides, mais elles sont rares (1).

§ 264. Dans les *articulations mobiles*, les os ne sont pas unis directement entre eux, mais sont maintenus en contact par des liens qui s'étendent de l'un des os à l'autre.

Tantôt ces surfaces articulaires sont unies par une substance cartilagineuse ou fibro-cartilagineuse intermédiaire, qui adhère fortement à l'une et à l'autre, et ne leur permet de se mouvoir qu'à raison de son élasticité (c'est ce qu'on nomme *articulation par continuité*) ; d'autres fois les surfaces articulaires glissent l'une sur l'autre, et ne sont maintenues en rapport que par des *ligaments* (2), qui les entourent, et qui sont disposés de manière à poser des bornes à leurs mouvements. Ce mode de jonction constitue ce que les anatomistes appellent *articulation par contiguïté*, et se voit toujours là où les mouvements doivent être très-étendus. Les surfaces qui s'articulent ainsi sont toujours extrêmement lisses, et encroûtées d'une lame cartilagineuse qui en augmente encore le poli ; mais ce ne sont point là les seuls moyens employés par la nature pour diminuer le frottement dans ces jointures ; car elle y a placé une espèce de poche membraneuse, appelée *bourse synoviale*, qui a de l'analogie avec les membranes séreuses, et qui est remplie d'un liquide visqueux, lequel permet à ces surfaces de glisser facilement l'une sur l'autre. Cette poche, qui entoure l'articulation de toutes parts, contribue aussi, d'une manière efficace, à maintenir les os en contact, car elle exclut les fluides ambiants de la cavité que ces corps laissent entre eux, et par conséquent ceux-ci ne peuvent s'écarter sans y déterminer un vide ; il en résulte que tout le poids de l'atmosphère tend à maintenir ces surfaces articulaires dans leurs rapports naturels : et pour se convaincre de l'influence de cette circonstance, il suffit de s'assurer de la difficulté que l'on

(1) Les dents sont les seules parties qui s'articulent ainsi.

(2) On donne le nom de *ligaments* à des faisceaux de fibres analogues à ceux des tendons, très-résistants, arrondis ou aplatis, et d'un blanc nacré, qui lient entre eux les os.

éprouve pour déboîter sur le cadavre un os dont l'articulation est intacte, et de voir combien cette opération devient, au contraire, facile, dès qu'une ouverture faite à la membrane synoviale permet l'entrée de l'air dans la cavité articulaire.

§ 265. **Action des muscles sur les os.** — Tous les muscles destinés à produire les grands mouvements du corps sont fixés au squelette par leurs deux extrémités. Il en résulte que, lors de leur contraction, ils doivent déplacer l'os qui leur présente le moins de résistance, et l'entraîner vers celui qui reste immobile et qui leur sert de point d'appui, pour mouvoir le premier. Or, dans la plupart des cas, les os sont d'autant plus mobiles, qu'ils sont placés plus loin de la partie centrale du corps : aussi les muscles qui se fixent à deux d'entre eux agissent-ils, en général, sur celui qui est le plus éloigné, et voit-on toujours les muscles destinés à mouvoir un os s'étendre de cet organe vers le tronc : ainsi, les muscles servant à remuer les doigts se trouvent à la paume de la main et à l'avant-bras; ceux qui fléchissent l'avant-bras sur le bras occupent le bras, et ceux qui meuvent le bras sur l'épaule sont placés dans l'épaule.

Dans certaines circonstances, cependant, ces muscles déplacent les os qui, dans les cas ordinaires, leur servent de point d'appui. Ainsi, lorsque le corps est suspendu par les mains et que l'on cherche à s'élever, les muscles fléchisseurs de l'avant-bras, ne pouvant déplacer celui-ci, en rapprochent le bras et entraînent tout le corps.

En général le genre de mouvement déterminé par la contraction d'un muscle dépend, d'une part, de la nature de l'articulation de l'os qu'il déplace, et de l'autre, de sa position par rapport à cet os : il l'entraîne toujours de son côté et le rapproche du point auquel son extrémité opposée se trouve fixée. Ainsi, les muscles qui font fléchir les doigts occupent la face palmaire de la main et de l'avant-bras, tandis que ceux destinés à les étendre sont situés du côté opposé du membre.

Souvent plusieurs muscles sont disposés de façon a pouvoir concourir à la production d'un même mouvement : on les appelle alors *congénères*, et on appelle l'*antagoniste* d'un muscle celui qui détermine un mouvement contraire.

On désigne aussi les muscles, d'après leurs usages, sous les noms de fléchisseurs et d'extenseurs, d'adducteurs et d'abducteurs, de rotateurs, etc.

§ 266. La force avec laquelle un muscle se contracte dépend de son volume, de la puissance de la volonté et de quelques autres circonstances dont il a déjà été fait mention ; mais l'effet produit

par cette contraction dépend aussi en grande partie de la manière dont il se fixe à l'os qu'il doit mouvoir.

Ainsi, toutes choses égales d'ailleurs, *le mouvement déterminé par la contraction d'un muscle sera d'autant plus grand, que ce muscle s'insérera moins obliquement sur l'os mobile :* lorsqu'il s'y insère à angle droit, toute sa force est employée à déplacer celui-ci ; mais, dans le cas contraire, une partie plus ou moins considérable de cette force est perdue.

En effet, si le muscle *m* (*fig.* 68), dont nous supposons la force égale à 10, est fixé perpendiculairement à l'os *l*, dont l'extrémité *a* est mobile sur le point d'appui *r*, il n'aura à vaincre que le poids de cet os, et le portera de la position *a b* dans la direction de la ligne *a c*, en faisant parcourir au point auquel il s'insère un espace que nous représentons encore par 10 ; mais, si ce muscle agit obliquement sur l'os, dans la direction de la ligne *n b*, par exemple, il en sera tout autrement ; car alors il tendra à le porter dans la direction *b n*, et, par conséquent, à le rapprocher de la surface articulaire *r*, sur laquelle l'extrémité de l'os repose ; mais, celui-ci étant une tige inflexible, ce déplacement ne peut avoir lieu ; l'os ne peut que tourner sur le point *r*, comme sur un pivot, et la contraction du muscle *n*, sans rien perdre de l'énergie que nous lui avons supposée, ne pourra porter cet os que dans la direction *a d ;* les trois quarts de la force qu'il a déployée seront perdus, et il ne produira, par conséquent, qu'un déplacement pour lequel le quart de sa force suffirait s'il était appliqué, comme le muscle *m*, perpendiculairement à l'os.

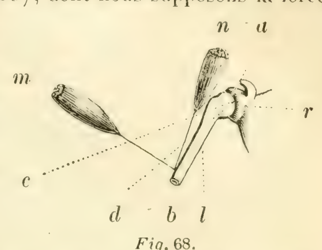


Fig. 68.

Or, dans l'économie animale, les muscles ne s'insèrent, pour la plupart, que d'une manière très-oblique, et, par conséquent, d'une manière très-peu favorable à l'intensité du résultat de leur contraction. Souvent il existe cependant une disposition qui tend à diminuer l'obliquité de ces insertions : c'est le renflement qui se trouve à l'extrémité de la plupart des os longs, et qui sert principalement à donner à leurs articulations plus de solidité. Les tendons (*i*) des muscles (*m*), situés au-dessus de l'articulation, s'insèrent, en

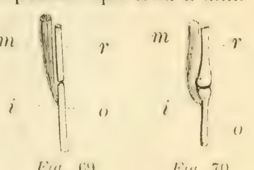


Fig. 69 *Fig* 70.

général, immédiatement au-dessous de ce renflement, et arrivent ainsi sur l'os mobile (*o*), en suivant une direction qui se rapproche davantage de la perpendiculaire, comme on peut s'en convaincre en comparant la disposition du muscle *m*, dans la *fig.* 70, où ces renflements existent, et dans la *fig.* 69, où on a représenté les extrémités articulaires sans renflement semblable.

§ 267. *La distance qui sépare le point d'attache du muscle du point d'appui sur lequel l'os se meut, et de l'extrémité opposée du levier que cet organe représente, influe aussi de la manière la plus puissante sur les effets produits par sa contraction.* Pour expliquer ce fait, il est nécessaire d'avoir recours à la mécanique.

Les os, disons-nous, représentent des *leviers*, nom que l'on donne en physique à toute verge inflexible qui se meut sur un point fixe, que l'on appelle le *point d'appui*. La force qui met le levier en mouvement se nomme la *puissance*, et celle qui s'oppose à son déplacement se nomme la *résistance*. Enfin, on appelle *bras de levier* de la puissance, et *bras de levier* de la résistance, la distance qui sépare le point d'appui de celui où sont appliquées l'une ou l'autre de ces forces.

Or, la longueur de ces bras de levier influe extrêmement sur la force nécessaire pour faire équilibre à une résistance donnée. Pour s'en convaincre, il suffit d'observer le mécanisme de la balance connue sous le nom de *romaine* (*fig.* 71). Le fléau est partagé en deux parties, de longueur inégale, par le point d'appui *a*. A l'extrémité de l'une des branches (*r*), qui est très-courte, se trouve la résistance (ou l'objet que l'on veut peser), et sur l'autre (*p*) glisse un poids quelconque, qui fait équilibre à une résistance d'autant plus considérable, qu'on l'éloigne davantage du point d'appui et qu'on allonge, par conséquent, le bras de levier de la puissance, celui de la résistance restant toujours le même.

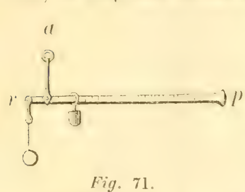


Fig. 71.

Chacun sait aussi combien est grande la différence dans la force qu'un homme peut déployer, lorsqu'il cherche à soulever un fardeau avec le bras fléchi ou tendu. Or, dans ces mouvements, ce sont les mêmes muscles qui agissent, et le bras de levier de la puissance reste le même; c'est seulement le bras de levier de la résistance, représenté par la distance qui sépare l'épaule de la main, qui s'allonge.

La mécanique nous apprend aussi que, pour qu'il y ait équilibre

dans un levier quelconque, il faut que la résistance et la puissance soient réciproquement proportionnelles aux longueurs de leurs bras de levier, c'est-à-dire que, multipliées par leurs bras de levier respectifs, elles donnent toutes deux le même produit.

Ainsi, pour faire équilibre à une résistance (r) égale à 10, qui serait appliquée à l'extrémité d'un levier ($a\ b$) d'une longueur de 20, il faudrait que la puissance (p), si elle était appliquée au même point (b), et, par conséquent, également éloignée du point d'appui (a), fût aussi égale à 10; mais, si elle était appliquée au point c, elle devrait être, pour produire le même effet, égale à 20, car la résistance, que nous avons supposée égale à 10, étant multipliée par la longueur de son bras de levier, 20, donnera pour produit 200; et, d'un autre côté, le bras de levier de la puissance ($c\ a$) n'étant égal qu'à 10, celui-ci devra être multiplié par une force égale à 20, pour donner ce même produit de 200. Enfin, en plaçant la puissance encore plus près du point d'appui, au point d, il faudra lui donner une force égale à 100, car son bras de levier ne sera plus que de 2, et $2 \times 100 = 200$.

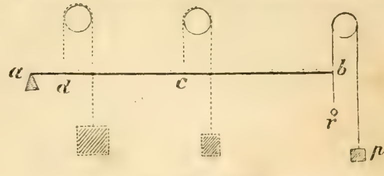


Fig. 72.

La disposition des leviers influe autant sur la rapidité des mouvements produits que sur leur force; et si, en employant une puissance comparativement faible, on peut vaincre ainsi une résistance beaucoup plus forte, on peut aussi, en employant une force motrice d'une vitesse quelconque, obtenir, à l'aide de ces instruments, un mouvement plus lent ou plus rapide.

Ainsi, supposons que la puissance p agisse sur le levier $a\ r$, de façon à faire parcourir au point d'insertion c un espace de 5 dans une seconde, il déplacera en même temps l'extrémité r du levier, et le fera arriver en b avec une vitesse qui sera égale à 25, car la distance parcourue dans des temps égaux par ce point sera cinq fois plus considérable que celle parcourue par le point b. Avec une force dont la vitesse n'est que de 5, on produit donc, en

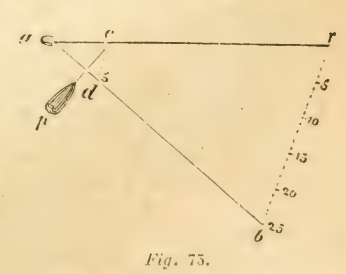


Fig. 73.

l'appliquant au point *c*, le même résultat que si on appliquait directement au point *r* une force dont la vitesse serait égale à 25.

Mais, d'après ce que nous avons dit plus haut, on voit que tout ce que l'on gagne ainsi en vitesse se perd en force; car, c'est surtout en rendant le bras de levier de la résistance plus long proportionnellement à celui de la puissance, qu'on arrive à ce résultat.

Or, dans l'économie animale, presque tous les leviers représentés par les os sont disposés de façon à favoriser de la sorte la rapidité des mouvements aux dépens de la force nécessaire pour les produire. Ainsi, lorsque l'on abaisse le bras tendu, si la vitesse avec laquelle ses muscles se contractent est telle que leur point d'insertion soit déplacé de trois pouces dans une seconde, l'extrémité du membre s'éloignera de sa position primitive avec une vitesse de près de trois pieds dans le même laps de temps.

Ces notions préliminaires sur la mécanique animale étant acquises, nous pouvons maintenant nous livrer à l'étude des diverses parties de l'appareil du mouvement, que nous examinerons de préférence chez l'homme.

Description de l'appareil moteur de l'homme.

§ 268. L'appareil moteur de l'homme et des autres animaux supérieurs se compose, ainsi que nous l'avons déjà dit, du squelette et des muscles.

Le squelette, formé par la réunion d'un grand nombre d'os, se divise, comme le corps, en trois parties : la tête, le tronc et les membres.

§ 269. **Tête.** — La TÊTE se compose de deux portions principales, le crâne et la face.

Le crâne est une espèce de boîte osseuse de forme ovalaire qui occupe toute la partie postérieure et supérieure de la tête, et qui loge, comme nous l'avons déjà vu (§ 184), le cerveau et le cervelet. Huit os se réunissent pour en former les parois, savoir : le frontal ou coronal (*f*) en avant, les deux pariétaux (*p*) en haut, les deux temporaux (*t*) sur les côtés, l'occipital (*o*) en arrière, et le sphénoïde (*s*) et l'ethmoïde en bas; tous ces os, à l'exception du dernier,

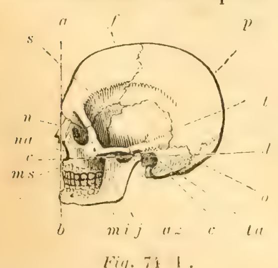


Fig. 74 (1).

(1) *f* Os frontal ou coronal; — *p* pariétal; — *t* temporal; — *o* occipital; —

ont la forme de grandes lames minces, d'une texture très-compacte; et tous s'articulent entre eux de manière à être complétement immobiles, et à donner au crâne une grande solidité. Ces articulations sont même très-remarquables, en ce qu'elles varient de forme dans les différentes parties du crâne, afin de mieux résister aux violences extérieures qui pourraient tendre à désunir ces os, et qui doivent produire des effets différents, suivant le point sur lequel elles agissent. Ainsi, lorsqu'un coup porte sur le sommet de la tête, le mouvement se propage dans tous les sens et tend à écarter les os pariétaux et à chasser en avant ou en arrière les os frontal ou occipital : aussi, tous ces os sont-ils liés entre eux par des sutures engrenées des plus solides. Mais, quand le crâne reçoit un choc sur le côté, l'effort agissant sur le temporal tend à enfoncer cet os, et, pour empêcher cet accident, la nature a uni le temporal aux os voisins, non pas à l'aide d'engrenures propres seulement à empêcher leur disjonction, mais à l'aide d'un bord articulaire taillé très-obliquement, de façon à rendre cet os extérieurement beaucoup plus grand que l'espace dans lequel il se trouve comme enchâssé.

La voûte du crâne ne présente d'ailleurs rien de remarquable; mais, à sa base, on voit une multitude de trous qui servent au passage des vaisseaux sanguins du cerveau et des nerfs qui naissent de l'encéphale; un de ces trous, creusé dans l'os occipital et beaucoup plus grand que tous les autres, est traversé par la moelle épinière, et il existe près de son bord et de chaque côté une apophyse large et convexe appelée *condyle*, qui sert à l'articulation de la tête sur la colonne vertébrale. La tête est presque en équilibre sur cette espèce de pivot; mais, cependant, la portion située au devant de l'articulation est plus volumineuse que celle qui est située en arrière, et qui tend à faire contre-poids à la première : aussi les muscles qui se portent de la colonne vertébrale à la partie postérieure de la tête, et qui servent à redresser celle-ci, sont-ils bien plus nombreux et plus puissants que les muscles fléchisseurs placés de la même manière au-devant de la colonne; et, lorsque les premiers se relâchent, comme cela arrive dans le sommeil, la tête tend-elle ordinairement à retomber en avant et à s'appuyer sur la poitrine.

Sur les côtés de la base du crâne, on remarque encore deux apo-

s sphénoïde; — *n* os nasal; — *m s* maxillaire supérieur; — *j* os jugal ou os de la pommette; — *m i* maxillaire inferieur; — *n a* ouverture anterieure des fosses nasales; — *t a* trou auditif; — *a z* arcade zygomatique formée par une portion des os temporal et jugal; — *a*, *b*, *c*, *d*, lignes indiquant l'angle facial, dont il sera question plus loin.

physes très-grosses, appelées *mastoïdes* (*fig.* 76), auxquelles s'insèrent des muscles qui descendent obliquement vers la poitrine à la partie antérieure du cou, et qui servent à faire tourner la tête sur la colonne vertébrale. Enfin, immédiatement en avant de ces apophyses, se trouve l'ouverture du conduit auditif externe, qui, de même que les diverses parties de l'oreille moyenne et de l'oreille interne, est creusée dans une portion de l'os temporal appelée *rocher*, à cause de sa grande dureté (voyez § 222).

§ 270. La *face* est formée par la réunion de quatorze os de formes très-diverses, et présente cinq grandes cavités destinées à loger les organes de la vue, de l'odorat et du goût. Tous ces os, excepté celui de la mâchoire inférieure, sont complétement immobiles et s'articulent entre eux ou avec les os du crâne. Les deux principaux sont les *os maxillaires supérieurs* (*m s*, *fig.* 74), qui constituent la presque totalité de la mâchoire supérieure, et qui s'articulent avec le frontal, de façon à concourir aussi à la formation des orbites et des fosses nasales; en dehors, ils s'articulent avec les *os jugaux* ou *os des pommettes* (*j*), et en arrière avec les *os palatins*, qui, à leur tour, se joignent au sphénoïde.

Les *orbites*, comme nous l'avons déjà vu ailleurs (§ 241), sont deux fosses coniques, dont la base est dirigée en avant; la voûte de ces cavités est formée par une portion de l'os frontal, et leur plancher par les maxillaires supérieurs; en dedans, c'est l'ethmoïde et un petit os appelé *lacrymal*, qui complètent leurs parois; et en dehors, elles sont formées par l'os jugal et le sphénoïde, qui en occupe aussi le fond où se trouvent les ouvertures servant au passage du nerf optique et des autres branches nerveuses appartenant à l'appareil de la vision. A la voûte de l'orbite, on remarque une dépression qui loge la glande lacrymale, et à sa paroi externe se trouve un canal qui descend verticalement dans les fosses nasales, et livre passage aux larmes.

Le nez est formé, en majeure partie, de cartilages : aussi, dans le squelette, l'ouverture antérieure des fosses nasales (*na*, *fig.* 74) est-elle très-grande, et la portion osseuse du nez, formée par les deux petits os appelés *nasaux* (*n*), est-elle peu saillante. Les *fosses nasales* sont très-étendues; supérieurement, elles sont creusées dans l'os ethmoïde dont tout l'intérieur est rempli de cellules; inférieurement, elles sont séparées de la bouche par la voûte du palais, qui est formée par les os maxillaires supérieurs et par les deux *os palatins*; enfin, elles sont séparées entre elles sur la ligne médiane par une cloison verticale, formée supérieurement par une lame de l'ethmoïde, et inférieurement par un os particulier,

nommé *vomer*. On trouve encore, dans l'intérieur de ces fosses, deux os distincts qui forment les *cornets inférieurs*, et on y remarque l'ouverture des sinus frontaux, sphénoïdaux et maxillaires, cavités plus ou moins vastes creusées dans l'épaisseur des os dont elles portent les noms (*fig.* 59, p. 147).

C'est dans l'os maxillaire supérieur que sont implantées toutes les dents de la mâchoire supérieure : dans le jeune âge, il est formé de plusieurs pièces ; et, chez la plupart des animaux, on en distingue toujours une portion antérieure, qu'on appelle l'*os intermaxillaire* (*im, fig.* 75).

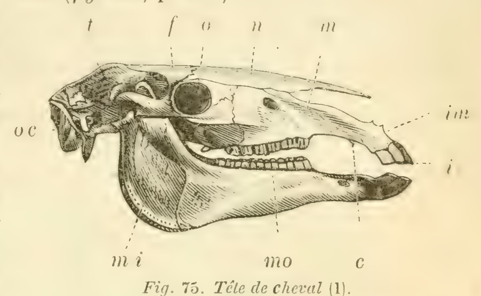


Fig. 75. *Tête de cheval* (1).

La mâchoire inférieure de l'homme ne se compose que d'un seul os, car les deux moitiés dont elle est formée chez un grand nombre d'animaux se soudent entre elles de très-bonne heure et se confondent complétement. Cet os, appelé *maxillaire inférieur,* a une ressemblance grossière avec un fer à cheval dont les extrémités coudées s'élèveraient beaucoup. Il s'articule avec les os temporaux par un condyle saillant situé à chacune de ses extrémités, et reçu dans une cavité nommée *glénoïdale ;* enfin, au-devant de ces condyles s'élève, de chaque côté, une apophyse appelée *coronoïde*, qui sert à l'insertion de l'un des muscles releveurs de la mâchoire (le muscle temporal) ; ces muscles (*fig.* 76) se fixent tous vers l'angle de la mâchoire et à peu de distance du point d'appui sur lequel ce levier se meut. Dans la plupart des cas, c'est, au contraire, vers la partie antérieure des mâchoires qu'est appliquée la résistance que ce même levier

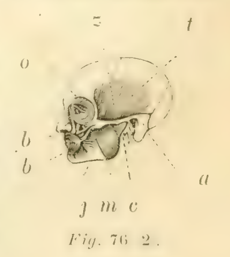


Fig. 76 (2).

(1) *oc, t, f,* os occipital, temporaux et frontal ; — *n* os nasal ; — *m* maxillaire supérieur ; — *im* inter-maxillaire ; — *mi* maxillaire inférieur ; — *o* orbite ; — *i* dents incisives ; — *c* canines ; — *mo* molaires.

(2) Principaux muscles de la tête : — *o* muscle orbiculaire des paupières, servant à fermer les yeux ; — *b b* muscle orbiculaire des lèvres, servant à rapprocher

doit vaincre pendant la mastication ; aussi ces muscles, quoique très-puissants, ne peuvent-ils alors produire que des effets très-faibles ; et, pour écraser entre les dents les corps les plus durs, est-on obligé de porter ceux-ci aussi loin que possible vers le fond de la bouche, de manière à raccourcir le bras de levier de la résistance, et à le rendre égal ou même plus court que celui de la puissance. Ces muscles se fixent à la face interne aussi bien qu'à la face externe de la mâchoire, et vont prendre leur point d'appui sur les côtés de la tête jusqu'au haut des tempes, en passant entre les parois latérales du crâne et une arcade osseuse, nommée *zygomatique* (*z*), qui s'étend de la pommette jusqu'à l'oreille, et qui sert aussi à l'insertion de ces organes.

La tête, comme on a pu le voir, se compose essentiellement de vingt-deux os ; mais leur nombre est réellement plus considérable ; car, dans l'intérieur de chaque os temporal, il existe, ainsi que nous l'avons dit ailleurs (p. 151), quatre osselets appartenant à l'appareil de l'ouïe ; et on peut aussi considérer comme une dépendance de la tête l'*os hyoïde* (*fig.* 24), qui est suspendu aux os temporaux par des ligaments, et qui est placé en travers de la partie supérieure du cou, où il sert à porter la langue et à soutenir le larynx.

§ 271. **Tronc.** — La partie la plus importante du tronc et même de tout le squelette, celle qui sert de soutien à toutes les autres et qui varie le moins chez les divers animaux, est la COLONNE VERTÉBRALE ou *colonne épinière*.

On donne ce nom à une espèce de tige osseuse qui règne dans toute la longueur du corps et qui se compose d'un grand nombre de petits os appelés *vertèbres*, placés bout à bout et solidement unis entre eux.

ces organes ; — *j* muscle des joues ; — *m* muscle massêter, servant à élever la mâchoire inférieure ; — *t* muscle temporal, servant au même usage ; — *z* arcade zygomatique ; — *c* articulation de la mâchoire inférieure ; — *a* trou auditif et apophyse mastoïde.

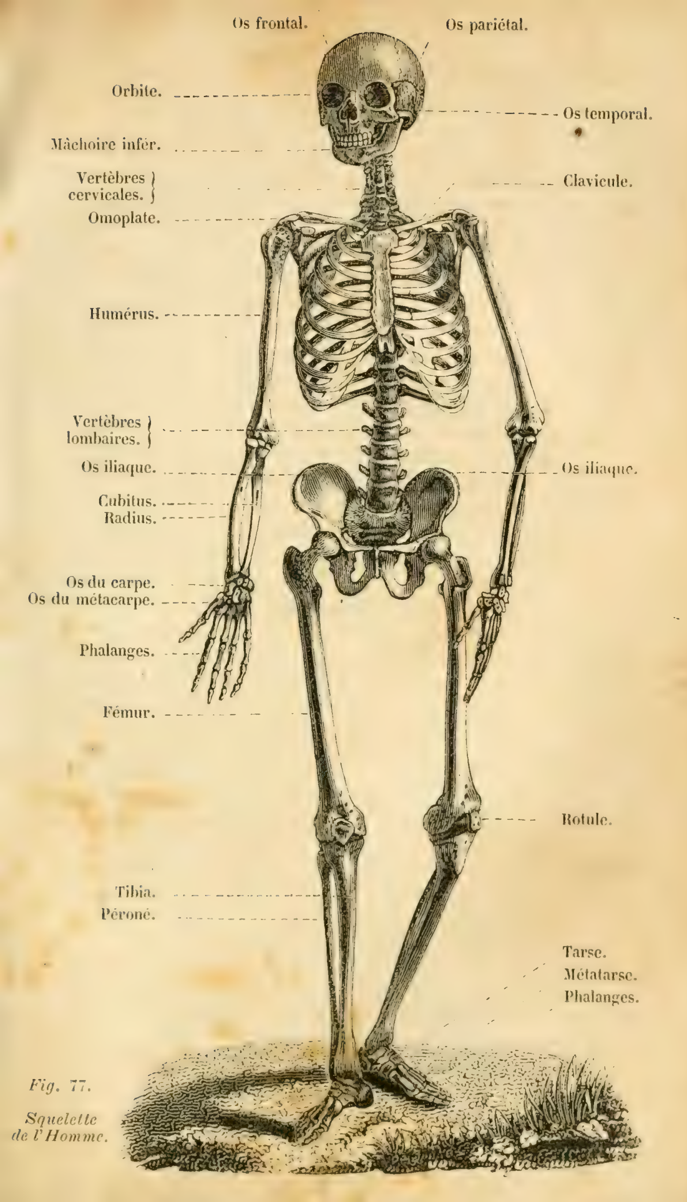


Fig. 77.

Squelette de l'Homme.

Cette colonne (*fig.* 78), qu'on appelle aussi l'*épine du dos*, occupe la ligne médiane et postérieure du corps (*fig.* 77), et supporte à son extrémité supérieure la tête, qu'on peut considérer comme en étant la continuation. Dans l'homme, on y compte trente-trois vertèbres, et on y distingue cinq portions, savoir : une portion cervicale, composée de sept vertèbres (*c*); une portion dorsale, composée de douze de ces os (*d*); une portion lombaire, formée de cinq vertèbres (*l*); une portion sacrée, qui en offre également cinq (*s*); et une portion coccygienne, où l'on en voit quatre (*c x*). Elle présente plusieurs courbures et augmente de grosseur depuis son extrémité antérieure ou supérieure jusqu'au commencement de la portion sacrée. Vers le moment de la naissance, toutes les vertèbres sont parfaitement distinctes et sont simplement articulées entre elles; mais bientôt après, les cinq vertèbres sacrées se soudent entre elles et ne forment plus qu'un seul os nommé *sacrum* (*s*).

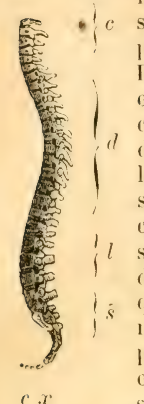


Fig. 78.

Le caractère essentiel des vertèbres est d'être traversées par un trou (*fig.* 79) qui, en se réunissant à ceux des autres vertèbres, forme un canal s'étendant depuis le crâne jusque vers l'extrémité du corps et logeant, comme nous l'avons déjà dit, la moelle épinière; dans l'homme, les vertèbres coccygiennes ne présentent cependant point de canal semblable, car elles sont réduites à un état rudimentaire, et ne consistent qu'en autant de petits noyaux solides. Sur les côtés, ce canal vertébral communique au dehors par une série de trous appelés *trous de conjugaison*, parce qu'ils résultent de la réunion de deux échancrures, pratiquées sur les bords supérieur et inférieur de chaque vertèbre, de façon à se correspondre lorsque ces os sont unis entre eux. Ces trous, comme nous l'avons déjà vu, livrent le passage aux divers nerfs qui naissent de la moelle épinière et qui vont se distribuer aux différentes parties du corps.

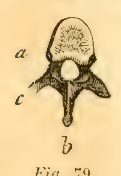


Fig. 79.

On distingue dans chaque vertèbre un corps et diverses apophyses. Le *corps de la vertèbre* (*fig.* 79, *a*) est un disque épais situé au-devant du canal vertébral (ou au-dessous, si la colonne est dans une position horizontale, comme chez la plupart des animaux), et servant à donner de la solidité à l'articulation de ces os entre eux. Les deux faces de ce disque sont à peu près parallèles, et chacune d'elles est unie à la surface correspondante de la ver-

tèbre voisine par une couche épaisse de fibro-cartilage qui adhère à l'une et à l'autre dans toute l'étendue de ces surfaces articulaires, et ne leur permet de s'éloigner entre elles qu'à raison de l'élasticité dont son tissu est doué. L'articulation des vertèbres est encore fortifiée par l'existence de quatre petites apophyses qui sont situées sur les côtés du canal vertébral et qui s'engrènent avec celles des vertèbres voisines. Enfin, en arrière de ce canal, il existe une apophyse appelée *épineuse* (*b*), qui concourt au même but, en limitant la flexion de la colonne en arrière, et des faisceaux de fibres ligamenteuses s'étendant encore d'un os à l'autre de façon à les lier entre eux.

L'articulation des vertèbres entre elles est, comme on le voit, extrêmement solide : aussi les mouvements que chacun de ces os peut exécuter, sont-ils, en général, très-bornés ; mais ces petits mouvements, s'ajoutant les uns aux autres, donnent à l'ensemble de la colonne assez de flexibilité sans nuire à sa force. Du reste, cette mobilité varie beaucoup dans les différentes parties du tronc : au dos, elle est presque nulle ; aux lombes, elle est, au contraire, assez marquée ; mais c'est dans la portion cervicale de la colonne qu'elle est le plus prononcée : aussi, dans ces parties, la couche fibro-cartilagineuse qui doit se prêter à ces déplacements est-elle plus épaisse qu'au dos, et les apophyses épineuses sont-elles plus écartées l'une de l'autre, de façon à permettre une courbure plus considérable de la colonne avant qu'elles ne viennent à se rencontrer.

Le poids du corps tend continuellement à courber la colonne vertébrale en avant ; aussi y a-t-il, pour résister à cette flexion et pour redresser l'épine dorsale, des muscles puissants qui s'insèrent le long de sa face postérieure ; et, afin de rendre leur action plus puissante, la nature a disposé leur point d'attache de façon à les faire tirer perpendiculairement sur un bras de levier assez long. En effet, la plupart d'entre eux se fixent à l'extrémité des apophyses dites épineuses, qui forment une crête saillante dans toute la longueur du dos ; et d'autres prennent leur point d'attache sur deux autres apophyses (*c*, *fig.* 79), qui sont également très-saillantes et que l'on nomme, à cause de leur direction, *apophyses transverses*.

Il est à remarquer aussi que, dans les portions de la colonne où ces muscles doivent déployer le plus de force, comme aux lombes, ces apophyses sont bien plus longues, et, par conséquent, forment un levier bien plus puissant que dans les parties où toute cette force n'est pas nécessaire, au cou, par exemple. Par la suite nous aurons aussi l'occasion de voir que, chez les animaux dont la tête est

pesante et se trouve à l'extrémité d'un cou long et horizontal, ces apophyses prennent un accroissement extrême au dos, où elles servent à l'attache des ligaments et des muscles destinés à soutenir ces parties et à relever le cou (voyez *fig.* 80).

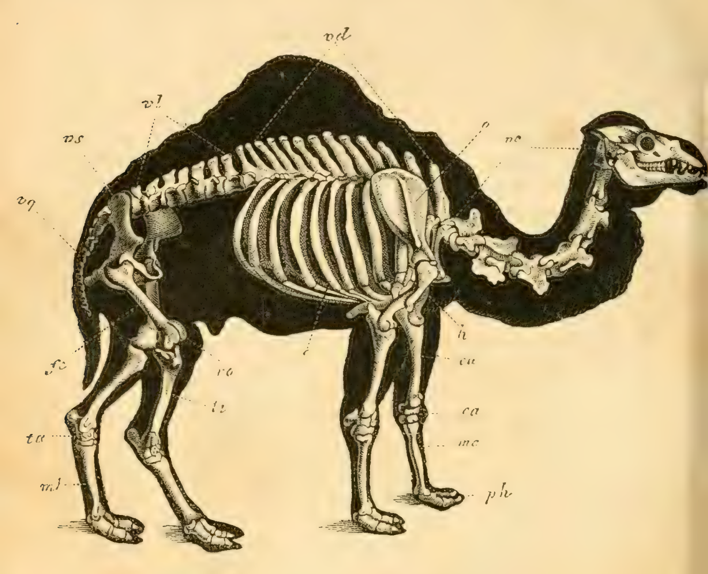


Fig. 80. *Squelette du Chameau* (1).

Les mouvements de flexion de la colonne en avant ne nécessitent presque aucun déploiement de force, et les muscles employés à les produire, et situés au-devant du corps des vertèbres, sont, par conséquent, grêles et en petit nombre.

La première vertèbre du cou nommée *atlas*, est beaucoup plus mobile que toutes les autres : elle a la forme d'un simple anneau et tourne autour d'une espèce de pivot formé par une apophyse qui s'élève du corps de la vertèbre suivante (ou *axis*). C'est même dans cette articulation que s'effectuent presque entièrement les

(1) Le squelette du chameau sur un fond noir représentant la silhouette de l'animal. — *v c* vertèbres cervicales; — *v d* vertèbres dorsales; — *v l* vertèbres lombaires; — *vs* sacrum; — *v q* vertèbre de la queue; — *c* côtes; — *o* omoplate; — *h* humérus; — *cu* cubitus; — *ca* carpe; — *mc* métacarpe; — *ph* phalanges; — *fé* fémur; — *ro* rotule; — *ti* tibia; — *ta* tarse; — *mt* métatarse.

mouvements de rotation exécutés par la tète. Les liens qui unissent ces deux vertèbres sont incomparablement moins forts que ceux des autres vertèbres; et en effet, dans la position ordinaire du corps, le poids de la tète pressant sur l'atlas, tend plutôt à les maintenir en contact qu'à les séparer; mais lorsque c'est la tète qui supporte tout le poids du corps, comme cela a lieu chez les personnes pendues, il en est tout autrement : ces deux vertèbres se séparent alors facilement et leur luxation produit une mort presque instantanée par suite de la compression de la moelle épinière, précisément dans le point où naissent les principaux nerfs de l'appareil respiratoire. C'était dans la vue de déterminer cette dislocation du cou, et, par conséquent, d'abréger les souffrances des criminels condamnés à périr sur la potence, que les bourreaux avaient autrefois l'habitude d'appuyer, avec les pieds, sur l'épaule des suppliciés, au moment où ils les lançaient de leur échelle la corde au cou ; et c'est par la même cause qu'on a vu quelquefois une mort subite arriver

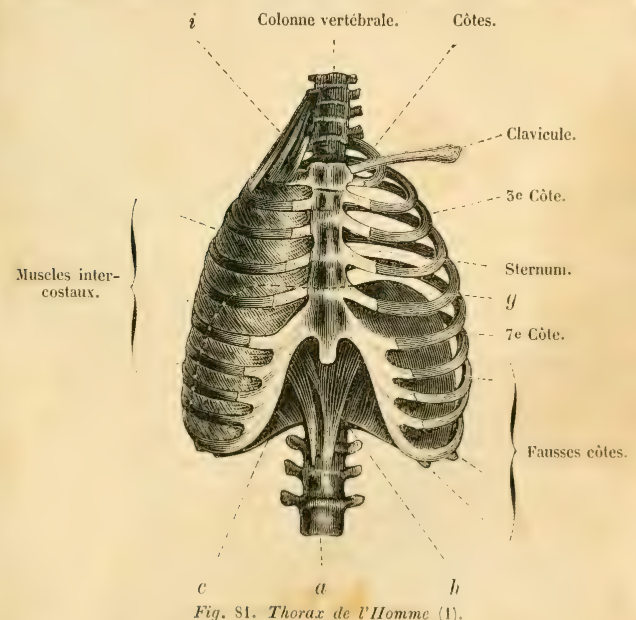


Fig. 81. *Thorax de l'Homme* (1).

(1) Voyez l'explication de cette figure, page 94.

au milieu des jeux imprudents dans lesquels on soulève les enfants en les tenant, entre les deux mains, suspendus par la tête.

§ 272. Les vertèbres cervicales ne s'articulent qu'entre elles ou avec la tête et la première vertèbre du dos; mais chacune des douze vertèbres dorsales porte une paire d'arceaux très-longs et aplatis, qui se recourbent autour du tronc, de façon à former une sorte de cage osseuse destinée à loger le cœur et les poumons. Ces arceaux sont les *côtes* (*fig.* 77 et 81), dont le nombre est, par conséquent, de douze de chaque côté du corps; leur extrémité postérieure est articulée avec le corps de la vertèbre correspondante et avec l'une des apophyses transverses; l'autre extrémité se continue avec une tige cartilagineuse, qui, chez certains animaux (les oiseaux par exemple), est toujours ossifiée et porte alors le nom de *côte sternale*. Les cartilages des sept premières paires de côtes, que l'on appelle les vraies côtes, viennent se joindre au *sternum* (*fig.* 81), os impair qui occupe en avant la ligne médiane du corps et sert à compléter les parois de la cavité thoracique; les cinq dernières paires de côtes n'arrivent pas au sternum, mais se joignent aux cartilages des côtes précédentes : on les distingue sous le nom de *fausses côtes*.

§ 273. **Membres.** — C'est sur la cage osseuse dont nous venons de parler que se fixent les MEMBRES SUPÉRIEURS. On distingue, dans chacun de ces appendices, une *portion basilaire*, qui peut être comparée à un socle, sur lequel s'insère la portion essentiellement mobile du membre, celle qui représente un levier, auquel la première sert de point d'appui.

Cette portion basilaire se compose de deux os, l'omoplate et la clavicule.

L'omoplate est un grand os plat, qui occupe la partie supérieure et externe du dos : sa forme est à peu près triangulaire, et il présente en haut et en dehors une cavité articulaire assez large, mais peu profonde, destinée à recevoir l'extrémité de l'os du bras (*fosse glénoïdale de l'omoplate*). A son bord supérieur, on remarque une apophyse saillante appelée *coracoïde*; et sur sa face externe se trouve une crête horizontale très-saillante, qui vient se terminer au-dessus de l'articulation de l'épaule, en formant une apophyse, nommée *acromion*, à l'extrémité de laquelle s'articule la *clavicule* (*fig.* 77 et 81). Ce dernier os est grêle et cylindrique : il est placé en travers à la partie supérieure de la poitrine, et s'étend, comme un arc-boutant, du sternum à l'omoplate. Son principal usage est de maintenir les épaules écartées : aussi se brise-t-il très-souvent, lorsque, dans les chutes sur le côté, cette partie est poussée avec

violence vers le sternum, et, chez les animaux qui doivent porter avec force le bras vers la poitrine (comme les oiseaux le font pendant le vol), cet os est-il très-développé, tandis qu'il manque complétement chez ceux qui n'exécutent jamais de mouvements semblables et qui ne meuvent leurs membres que longitudinalement, comme les chevaux, etc.

Des muscles nombreux fixent l'omoplate contre les côtes. L'un des principaux d'entre eux est le *grand dentelé*, qui se porte de la partie antérieure du thorax au bord postérieur de cet os, en passant entre lui et les côtes. Chez l'homme, il est peu développé; mais, chez les animaux qui marchent à quatre pattes, il est extrêmement fort, et constitue avec celui du côté opposé une espèce de sangle qui supporte tout le poids du tronc, et qui empêche les omoplates de remonter vers la colonne vertébrale. Dans l'homme, le *muscle trapèze*, qui s'étend de la partie cervicale de la colonne vertébrale à l'omoplate, a également des fonctions très-importantes; car il sert à relever l'épaule et à soutenir le poids de tout le membre thoracique: aussi est-il très-développé.

§ 274. La portion du membre thoracique qui constitue le levier auquel l'oplomate sert de point d'appui, se compose du bras, de l'avant-bras et de la main.

Le bras est formé par un seul os, long et cylindrique, nommé *humérus* (*fig.* 77). Son extrémité supérieure (ou *tête*) est grosse, arrondie et articulée avec la cavité glénoïde de l'omoplate, dans laquelle elle peut rouler dans tous les sens. Les muscles destinés à mouvoir l'humérus s'insèrent au tiers supérieur de cet os et s'attachent, par leur extrémité opposée, à l'omoplate ou au thorax. Les trois principaux sont le *grand pectoral*, qui porte le bras en dedans, en même temps qu'il l'abaisse; le *grand dorsal*, qui le porte en arrière et en bas; et le *deltoïde*, qui le relève.

L'extrémité inférieure de l'humérus est élargie et a la forme d'une poulie, sur laquelle l'avant-bras se meut comme sur une charnière.

§ 275. Deux os longs, placés parallèlement, forment cette portion du membre thoracique: c'est le *cubitus* en dedans, et le *radius* en dehors. Ils sont unis entre eux par des ligaments, et par une cloison aponévrotique qui s'étend de l'un à l'autre dans toute leur longueur; mais, cependant, ils sont mobiles, et le radius, qui porte à son extrémité la main, peut tourner sur le cubitus, qui lui sert de soutien. D'après les usages différents de ces deux os, on peut prévoir quelles doivent être les principales différences de leur forme générale. Le *cubitus*, pour s'articuler d'une manière solide avec

l'humérus, doit présenter à son extrémité supérieure une certaine grosseur et une surface articulaire étendue, tandis qu'à son extrémité inférieure, où il doit servir de pivot au radius, il doit être grêle et arrondi. Le *radius* au contraire doit être, pour la même raison, grêle à son extrémité supérieure et très-large à son extrémité inférieure, à laquelle est suspendue la main : c'est effectivement ce qui a lieu, et on remarque aussi que ces deux os ne se touchent que par leurs deux extrémités, ce qui rend plus faciles les mouvements de rotation du radius sur le cubitus.

Le cubitus, qui entraîne avec lui le radius, ne peut se mouvoir sur l'humérus que dans un sens : il n'exécute que des mouvements de flexion et d'extension, et, dans ces derniers, il ne peut former avec l'humérus qu'une ligne droite, car il présente au delà de sa surface articulaire une apophyse, nommée *olécrane*, qui s'appuie alors sur l'humérus, et oppose ainsi un obstacle invincible à toute extension ultérieure. Les muscles extenseurs et fléchisseurs de l'avant-bras s'étendent de l'épaule ou de la partie supérieure de l'humérus à la partie supérieure du cubitus : il en résulte qu'ils sont disposés d'une manière favorable à la rapidité des mouvements de l'avant-bras, mais très-défavorable au déploiement d'une grande force, car le bras de levier de la puissance, représenté par l'espace compris entre l'articulation du coude et leur insertion, est très-court, tandis que le bras de levier de la résistance, qui est égal à toute la longueur du membre à partir de la même articulation, est au contraire très-considérable.

Les mouvements de rotation du radius et de la main sur le cubitus sont effectués par des muscles qui sont situés à l'avant-bras, et qui se portent obliquement de l'extrémité de l'humérus ou du cubitus à l'une et à l'autre de ces parties.

§ 276. La main se divise en trois portions : le carpe, le métacarpe et les doigts.

Le *carpe* ou poignet est formé par deux rangées de petits os courts, unis très-intimement entre eux, de façon que l'ensemble de cette partie jouit de quelque mobilité, quoique chacun des os dont elle se compose ne se déplace qu'à peine, disposition qui est de nature à donner à leurs articulations une solidité très-grande. On en compte huit. Quatre de ces os, savoir : le *scaphoïde*, le *semi-lunaire*, le *pyramidal*, et le *pisiforme*, composent la première rangée; les quatre autres, que l'on nomme *trapèze*, *trapézoïde*, *grand os* et *os crochu*, en forment la seconde. Il est à remarquer que ces divers os sont disposés de façon à protéger les vaisseaux et les nerfs

qui se rendent de l'avant-bras à la main ; ils forment à cet effet avec des ligaments un canal qui est traversé par ces organes et qui peut supporter, sans s'aplatir, la pression la plus forte.

Le *métacarpe* se compose d'une rangée de petits os longs, placés parallèlement entre eux et en nombre égal à celui des doigts, avec lesquels ils s'articulent par leur extrémité. Quatre de ces os sont aussi unis entre eux par leurs deux bouts, et sont à peine mobiles ; mais le cinquième, qui porte le pouce, est détaché du reste du métacarpe à son extrémité antérieure et se meut librement sur le carpe.

Enfin les doigts sont formés chacun par une série de petits os longs, joints bout à bout et appelés *phalanges*. Le pouce n'en présente que deux ; mais tous les autres doigts en ont trois. La dernière phalange, que l'on appelle aussi *phalangette*, porte l'ongle. Les doigts sont tous très-mobiles et peuvent se mouvoir indépendamment les uns des autres. Leurs muscles fléchisseurs et extenseurs forment la majeure partie de la masse charnue de l'avant-bras, et se terminent par des tendons extrêmement longs et grêles, dont les uns se fixent aux premières phalanges, les autres aux phalangettes.

§ 277. Lorsqu'on considère l'ensemble des membres thoraciques, on remarque que les divers leviers joints bout à bout pour les former, diminuent progressivement de longueur. Ainsi le bras est plus long que l'avant-bras, celui-ci est plus long que le poignet, et chacune des phalanges est plus courte que celle qui la précède. Or, l'utilité de cette disposition est facile à comprendre. Les articulations nombreuses et rapprochées que l'on voit vers l'extrémité du membre, permettent à celui-ci de varier sa forme de mille manières et de l'accommoder à celle du corps qu'il doit saisir ; tandis que les leviers allongés, formés par le bras et l'avant-bras, nous permettent de porter rapidement la main à d'assez grandes distances. Ce sont principalement les mouvements de l'humérus sur l'omoplate qui déterminent la direction générale du membre, et l'articulation du coude a surtout pour usage de permettre à celui-ci de s'allonger ou de se raccourcir.

§ 278. La structure des MEMBRES INFÉRIEURS a la plus grande analogie avec celle des membres thoraciques, et les principales différences qu'on y remarque sont celles nécessaires pour leur donner plus de solidité aux dépens de leur mobilité, et pour en faire, au lieu d'organes de préhension, des organes de locomotion. On y distingue aussi une portion basilaire, qui est le représentant de l'épaule, et qu'on nomme *hanche*, et un levier articulé formé de trois

parties principales, la cuisse, la jambe et le pied, lesquelles répondent au bras, à l'avant-bras et à la main.

§ 279. La hanche, ou portion basilaire du membre abdominal, est formée par un grand os plat, nommé *os iliaque* (du mot latin *ilia*, flanc) ou *os coxal* (du mot *coxa*, qui en grec signifie *hanche*). Cet os résulte de la soudure de trois pièces principales, toujours distinctes dans le jeune âge, que l'on peut comparer au corps de l'omoplate, à l'apophyse coracoïde de cet os, et à la clavicule. Les os iliaques ne trouvent point, comme les os de l'épaule, des côtes et un sternum, pour s'y appuyer; étant destinés à soutenir tout le poids du corps, ils doivent cependant être fixés de la manière la plus solide au tronc : aussi les voit-on s'articuler en arrière avec la portion de la colonne vertébrale appelée *sacrum*, et en avant se réunir entre eux, en formant une arcade nommée *pubis*. Ils sont complétement immobiles, et il résulte de l'union de ces deux os entre eux et avec le sacrum une large ceinture osseuse, qui termine inférieurement l'abdomen, et qui, à cause de sa forme évasée, est appelée *bassin* (*fig*. 77, page 191). Cette espèce d'anneau est bouché inférieurement par des muscles. Sur le côté et en dehors, on remarque sur chaque os iliaque une cavité articulaire, à peu près hémisphérique, qui sert à loger la tête de l'os de la cuisse, Enfin la plupart des muscles destinés à mouvoir la cuisse et la jambe prennent insertion sur le bassin, et les muscles, qui cloisonnent, comme nous l'avons vu ailleurs, la cavité abdominale, s'y fixent pour s'étendre de là au thorax.

§ 280. La cuisse, comme le bras, ne se compose que d'un seul os, que l'on nomme *fémur* (voyez *fig*. 77, page 191). Son extrémité supérieure est coudée en dedans, et sa tête, qui est arrondie, est séparée du corps de l'os par un rétrécissement, appelé *col du fémur*. Au bas de ce col et dans le point où il se joint au corps de l'os, en formant un angle ouvert, on remarque plusieurs grosses tubérosités, qui peuvent être senties à travers la peau, et qui servent à l'insertion des principaux muscles moteurs de la cuisse; enfin son extrémité inférieure est renflée et présente deux condyles comprimés latéralement et arrondis d'avant en arrière, qui glissent sur la surface articulaire du principal os de la jambe et ne permettent à celui-ci que de se ployer en arrière ou de s'étendre, tandis que le fémur lui-même peut se mouvoir sur le bassin dans tous les sens.

§ 281. La jambe diffère davantage de l'avant-bras. Outre le *péroné* et le *tibia*, qui sont les deux os principaux dont cette partie du membre inférieur se compose, comme l'avant-bras se compose du cubitus et du radius, on trouve au devant du genou un troisième os

appelé *rotule*, qui peut être considéré comme l'analogue de l'apophyse olécrane du cubitus, et qui sert principalement à éloigner du genou le tendon des muscles extenseurs de la jambe et à rendre son insertion au tibia plus oblique, disposition qui, ainsi que nous l'avons déjà vu (§ 266), doit tendre à augmenter la puissance de son action. Le pied ne devant pas exécuter des mouvements de rotation comme la main, et devant, pour soutenir tout le poids du corps, présenter dans son articulation beaucoup de solidité, les deux os de la jambe ne sont pas mobiles l'un sur l'autre, et celui d'entre eux qui s'articule avec le fémur (le tibia) est aussi celui qui porte le pied à son extrémité opposée. Le péroné, qui est grêle et situé du côté externe du tibia, ne sert, pour ainsi dire, qu'à maintenir le pied dans sa position naturelle et à l'empêcher de tourner en dedans. Son extrémité supérieure est appliquée contre la tête du tibia, et son extrémité inférieure constitue la cheville malléole ou externe.

§ 282. Le *pied* se compose, ainsi que la main, de trois parties principales, savoir : le tarse, le métatarse et les doigts.

Il y a sept os au tarse, et son articulation avec la jambe ne se fait que par l'un d'entre eux, l'*astragale*, qui s'élève au-dessus des autres et présente une tête en forme de poulie, destinée à s'emboîter dans la cavité formée par la surface articulaire du tibia et les deux malléoles (1). L'astragale repose sur le *calcanéum*, qui se prolonge beaucoup plus loin en arrière, et constitue le talon ; enfin un troisième os, appelé *scaphoïde*, termine la première rangée des os du tarse, et la seconde rangée se compose, comme à la main, de quatre petits os, dont trois ont reçu le nom d'*os cunéiformes*, et le quatrième, placé en dedans, est appelé *os cuboïde*.

Les os du métatarse, au nombre de cinq, ressemblent exactement à ceux du métacarpe : seulement ils sont plus forts et moins mobiles, surtout l'interne, qui est disposé comme les autres. Il en est de même pour les orteils ; on y compte le même nombre de phalanges qu'aux doigts de la main, mais ces os sont plus courts et beaucoup moins mobiles. Le gros orteil n'est pas détaché des autres, et ne peut leur être opposé, comme le pouce s'oppose aux autres doigts.

Du côté interne du pied, les os du tarse et du métatarse forment une espèce de voûte, destinée à loger et à protéger les nerfs et les vaisseaux qui descendent de la jambe vers les orteils. Lorsque cette disposition n'existe pas, et que la plante du pied est plate, comme cela arrive quelquefois, ces nerfs sont comprimés

(1) La malléole interne est une apophyse du tibia ; l'externe, comme nous l'avons déjà dit, est formée par le péroné.

par le poids du corps, et la marche ne peut être continuée longtemps sans douleur. Du reste, le pied pose sur le sol dans toute son étendue, et forme une base de sustentation large et solide ; il ne peut se mouvoir sur la jambe que dans le sens de sa longueur, et les muscles servant à cet usage entourent le tibia et le péroné. Les extenseurs du pied, qui forment la saillie du mollet, se fixent au calcanéum par un gros tendon, appelé *tendon d'Achille*, et sont disposés d'une manière favorable à leur action ; car leur insertion a lieu presque à angle droit, et se trouve plus éloignée du point d'appui que ne l'est la résistance qu'ils doivent vaincre lorsque le poids du corps, pressant sur l'astragale, est soulevé par le pied.

Des attitudes et de la locomotion.

§ 283. Tous les mammifères, les oiseaux, les reptiles et les poissons ont un squelette intérieur plus ou moins semblable à celui de l'homme, composé à peu près des mêmes os (fig. 80), et mu également par des muscles placés entre cette charpente solide et la peau ou membrane tégumentaire. C'est ce squelette qui donne à leur corps sa forme générale, et c'est de sa disposition et de l'action des muscles fixés à ses diverses parties que dépendent les attitudes aussi bien que les mouvements de ces animaux.

§ 284. **Station.** — Un petit nombre de ces êtres (les serpents, par exemple) posent habituellement sur le sol par toute la longueur de leur corps, et ne se déplacent que par les ondulations de leur tronc ; mais les autres sont ordinairement soutenus sur leurs membres, et on donne le nom de *station* à cet état dans lequel un animal se tient de la sorte sur le sol, dressé sur ses jambes.

Pour que les membres puissent rester fermes et soutenir ainsi le corps, il faut que leurs muscles extenseurs se maintiennent contractés, car, sans cela, ces organes fléchiraient sous le poids qu'ils supportent et en détermineraient la chute. Nous avons déjà vu que les muscles se fatiguent d'autant plus vite que chacune de leurs contractions dure plus longtemps ; aussi, chez la plupart des animaux, la station est-elle à la longue plus fatigante que la marche, car pendant celle-ci les muscles extenseurs et fléchisseurs se relaient mutuellement.

§ 285. Cette condition n'est pas la seule qui soit indispensable à la station ; pour que le corps reste debout sur ses membres ainsi roidis, il faut qu'il soit en équilibre.

L'équilibre s'établit non-seulement lorsqu'un corps pesant appuie sur un objet résistant par toute l'étendue de sa surface la plus

large, mais aussi lorsqu'il est placé de telle façon que, si une partie de sa masse s'abaissait vers la terre, une partie opposée, également pesante, s'élèverait d'autant; le poids d'une partie sert alors à contre-balancer celle de l'autre, et on appelle *centre de gravité* le point autour duquel toutes ces parties se font réciproquement équilibre, et qu'il suffit de soutenir pour maintenir en place la masse entière. Or, pour soutenir le centre de gravité, il suffit que la *base de sustentation* (c'est-à-dire l'espace occupé par les points par lesquels la masse s'appuie sur un objet résistant ou celui compris entre ces points) soit située verticalement au-dessous de ce centre.

Pour que le corps d'un animal reste en équilibre sur ses pattes, il faut par conséquent que la verticale passant par son centre de gravité tombe dans les limites de l'espace que les pieds laissent entre eux ou recouvrent eux-mêmes; et plus cette base de sustentation sera large par rapport à la hauteur à laquelle se trouve le centre de gravité, plus son équilibre sera stable; car plus aussi il pourra être déplacé sans que la ligne de gravité, dont nous venons de parler, cesse de tomber dans les limites de cette base. Il en est de même pour tout corps pesant: ainsi la table *a* représentée dans la figure 82 devra tomber, parce que la verticale (*e*), abaissée de son centre de gravité (*c*), dépassera les limites de sa base de sustentation (*d*), c'est-à-dire l'espace occupé par son pied; tandis que la table *b* étant également inclinée ne sera pas renversée, parce que sa base de sustentation est assez large pour que la ligne de gravité n'en dépasse pas les limites. Il est aussi à noter que plus l'équilibre sera difficile à conserver, plus la contraction musculaire nécessaire pour le maintenir devra être intense, et plus la position de l'animal sera fatigante.

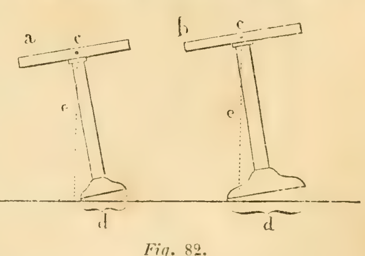


Fig. 82.

D'après cela, on peut voir que, lorsqu'un animal pose à la fois sur ses quatre membres, la station devra être en général plus ferme, plus solide et moins fatigante que lorsqu'il ne pose que sur deux, et que, dans ce dernier cas, il sera encore dans un état d'équilibre plus stable que lorsqu'il ne pose que sur une seule jambe; car l'étendue de la base de sustentation deviendra ainsi de

plus en plus étroite. Quand un animal se tient sur ses quatre pieds, l'espace compris entre eux est très-considérable et ne peut être que peu modifié par l'étendue plus ou moins grande de la surface de ces organes. Les rendre très-larges aurait donc augmenté leur poids, sans ajouter notablement à la solidité de la base de sustentation : aussi, chez la plupart des quadrupèdes, les membres ne touchent-ils le sol que par une extrémité à peine dilatée, et voit-on le nombre des doigts diminuer de plus en plus, sans nuire à ces organes comme instruments de locomotion : le pied du cerf et celui du cheval nous en offrent la preuve (*fig.* 83 et 84) ; mais, lorsque l'animal ne pose que sur deux de ses pieds, quel que soit leur écartement, la base de sustentation ne peut avoir de solidité d'avant en arrière qu'autant que ces organes touchent le sol dans une étendue considérable, comme cela a lieu pour le pied de l'homme (*fig.* 77); et, lorsqu'un animal se tient facilement sur une seule patte, ainsi que le font les oiseaux, il faut que la nature ait donné à ces pieds encore plus de largeur aussi bien que de longueur (*fig.* 90).

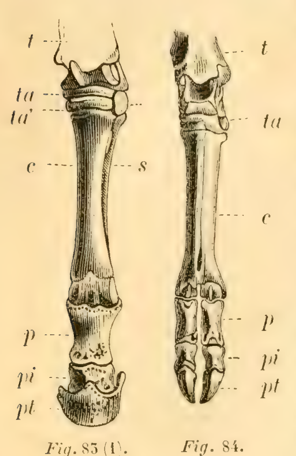


Fig. 83 (1). *Fig.* 84.

Pour qu'un animal puisse se mettre en équilibre sur une seule de ses jambes, il faut aussi que le pied sur lequel il pose se place verticalement au-dessous du centre de gravité de son corps et que ses muscles soient disposés de façon à lui permettre de maintenir alors ce membre inflexible et immobile. L'homme y parvient; car le centre de gravité de son corps se trouve vers le milieu de son bassin, et, en se plaçant dans la position verticale, il lui suffit de se courber un peu du côté qui ne pose pas, pour que la ligne de gravité tombe sur la plante du pied du côté opposé; mais pour la plupart des quadrupèdes, la chose est impraticable.

La plupart de ces derniers animaux ne peuvent même se tenir

(1) *Fig.* 83, jambe postérieure du cheval; et *fig.* 84, jambe de cerf; — *t* tibia; — *ta* première rangée des os du tarse; — *ta'* deuxième rangée de ces os; — *c* métatarse ou *canon*; — *s* stylet formé par un rudiment de doigt latéral; — *p* phalange; — *pi* phalangine; — *pt* phalangette enveloppée par le sabot.

dressés sur leurs pattes postérieures, à cause de la direction de ces membres, relativement au tronc; et, s'ils y parviennent pour un instant, il leur est impossible de maintenir l'équilibre, parce que leur base de sustentation est très-étroite, le centre de gravité de leur corps est placé très-haut (vers la poitrine), et les muscles qui servent à leur faire prendre cette attitude sont obligés de se contracter avec une violence qui nécessite un prompt repos. Pour l'homme et un petit nombre d'autres mammifères, la station verticale sur les deux membres abdominaux est au contraire plus ou moins facile; car ces membres peuvent aisément se placer dans la direction de l'axe du corps, le centre de gravité est situé très-bas, et la base de sustentation, formée par les pieds, est assez large. Chez l'homme surtout, cette attitude est rendue solide par la largeur du bassin, la forme des pieds, et quelques autres particularités d'organisation.

§ 286. Dans la station verticale, les muscles de la partie postérieure du cou se contractent pour maintenir la tête en équilibre sur la colonne vertébrale, et les muscles extenseurs de cette colonne entrent aussi en action pour l'empêcher de céder sous le poids des membres thoraciques et des viscères du tronc, qui tendent à les courber en avant. Tout le poids de notre corps se transmet ainsi par la colonne vertébrale au bassin et du bassin au fémur. Abandonnés à eux-mêmes, ces derniers os se ploieraient sur le bassin, et le tronc tomberait en avant; mais la contraction de leurs muscles extenseurs les maintient étendus. Les muscles extenseurs de la jambe empêchent en même temps les genoux de fléchir, et les muscles extenseurs du pied maintiennent la jambe dans la position verticale, de façon que le poids du corps se transmet de la cuisse à la jambe, de la jambe au pied et du pied au sol.

§ 287. La position assise est moins fatigante que la station, parce que le poids du corps se transmettant alors directement du bassin à la base de sustentation, il n'est pas nécessaire que les muscles extenseurs des membres abdominaux se contractent pour maintenir l'équilibre. Enfin, lorsque l'homme est couché sur le dos ou le ventre, le poids de chaque portion mobile de son corps se transmet directement au sol, et par conséquent, pour se maintenir de la sorte, il n'a besoin de contracter aucun de ses muscles.

§ 288. **Marche.** — Les mouvements progressifs par lesquels l'homme et les animaux se transportent d'un lieu à un autre exigent qu'une vitesse déterminée soit imprimée, dans une certaine direction, au centre de gravité de leur corps. Cette impulsion lui est donnée par le déploiement d'un certain nombre d'articulations

plus ou moins fléchies, et dont la position est telle, que, du côté du centre de gravité, leur déploiement est libre, tandis que, du côté opposé, il est gêné ou même impossible, de façon que la totalité ou la plus grande partie du mouvement produit a lieu dans la première de ces directions. Il se passe alors la même chose que dans un ressort à deux branches, dont l'une des extrémités est appuyée contre un obstacle résistant, et dont les deux branches, après avoir été rapprochées par une force extérieure, sont rendues à leur liberté primitive: à raison de leur élasticité, elles tendront à s'écarter également jusqu'à ce qu'elles soient revenues dans la position qu'elles avaient avant que d'être comprimées; mais, celle appuyée contre l'obstacle ne pouvant le forcer, le mouvement se fera en entier dans le sens opposé, et le centre de gravité du ressort s'écartera de cet obstacle avec une vitesse plus ou moins grande. Dans le corps des animaux, les muscles fléchisseurs de la partie employée dans chaque sorte de mouvements représentent la force qui comprime le ressort, les muscles extenseurs représentent l'élasticité qui tend à le redresser, et la résistance du sol, ou celle du fluide dans lequel ces êtres se meuvent, représente l'obstacle qui s'oppose au déplacement de l'une de ses extrémités.

Ainsi, lorsque nous marchons, l'un de nos pieds est porté en avant, tandis que l'autre s'étend sur la jambe; et, comme ce dernier membre appuie sur un sol résistant, son allongement déplace le bassin et projette en avant tout le corps; le bassin tourne en même temps un peu sur le fémur du côté opposé sur lequel il appuie, et la jambe, qui était d'abord restée en arrière, se fléchit, se porte en avant de l'autre, puis se redresse et sert à son tour à soutenir le corps, pendant que l'autre membre, en s'étendant, donne une nouvelle impulsion au centre de gravité. A l'aide de ses mouvements alternatifs d'extension et de flexion, chaque jambe porte à son tour le poids du corps, comme elle le ferait dans la station sur un seul pied, et à chaque pas le centre de gravité est poussé en avant; mais on voit qu'il doit se porter en même temps alternativement un peu à droite et à gauche pour se trouver directement au-dessus de chacune de ses bases de sustentation; et ce déplacement devient d'autant plus considérable que le bassin est plus large, car les membres destinés à soutenir alternativement le tronc sont alors plus écartés entre eux.

§ 289. Chez tous les animaux supérieurs de même que chez l'homme, ce sont les membres qui servent à la locomotion ; mais la nature de ces mouvements varie beaucoup chez ces êtres, et par conséquent la conformation de ces instruments doit présenter des

différences correspondantes, car, ainsi que nous l'avons déjà dit, les fonctions d'un appareil sont toujours en rapport avec sa structure.

La manière dont la nature approprie les mêmes organes à des usages différents en rapport avec les mœurs des animaux est un sujet intéressant d'étude; car on la voit arriver ainsi aux résultats les plus variés sans se départir un seul instant du plan général qu'elle a adopté pour la conformation de toutes les espèces d'une même famille, et par le seul fait de changements légers dans la forme ou dans les proportions de quelques-uns des instruments dont l'ensemble constitue le corps de ces êtres. Les organes de la locomotion des mammifères nous en fournissent des exemples. Effectivement, dans cette classe, il existe des êtres destinés à se mouvoir dans l'eau seulement ou bien à nager et à marcher tour à tour, d'autres qui sont organisés pour la course, d'autres qui possèdent des ailes pour voltiger dans l'air à la manière des oiseaux, et d'autres encore qui n'emploient leurs membres antérieurs que pour saisir ou palper les objets; et cependant chez tous ces animaux ces organes sont composés de la même manière. Dans les nageoires d'un phoque (*fig.* 86), l'aile d'une chauve-souris (*fig.* 89), et la patte d'un écureuil ou d'une taupe, on trouve les mêmes os que dans le bras de l'homme (*fig.* 77).

§ 290. Lorsque les membres d'un quadrupède servent à la locomotion seulement, ces organes représentent des espèces de colonnes dont l'extrémité n'est que peu élargie. En effet, l'existence de doigts longs et flexibles nuirait à leur solidité, ajouterait à leur poids et ne serait d'aucune utilité à l'animal; aussi, chez les mammifères les mieux organisés pour la course, tels que le cheval, le cerf ou le chameau (*fig.* 80), les membres sont-ils grêles et peu ou point fendus à leur extrémité; le nombre des doigts est réduit au minimum; quelquefois il n'y en a qu'un seul (*fig.* 83); d'autres fois on en distingue deux (*fig.* 84), soit seuls, soit unis aux vestiges d'un troisième ou même d'un quatrième appendice rudimentaire, et toujours les divisions terminales sont très-courtes et peu mobiles.

D'après ce que nous avons dit plus haut relativement à l'influence des leviers sur la vitesse du mouvement (§ 267), on peut prévoir aussi que, chez les animaux les plus rapides à la course, les membres doivent nécessairement être très-longs; car la vitesse avec laquelle les muscles extenseurs des pattes se contractent restant la même, le déplacement de l'extrémité libre de ces organes acquerra d'autant plus de rapidité que cette extrémité sera plus éloignée du point d'insertion de ses muscles moteurs et du point d'articulation du levier avec le corps. Ainsi, pour donner à un ani-

mal des habitudes lentes ou une grande agilité, il suffit à la nature de le pourvoir de membres très-courts ou de pattes très-longues, et de donner à ses muscles une puissance correspondante à l'effort qu'ils doivent exercer.

§ 291. **Saut.** — Dans la *marche*, le poids du corps est soutenu par une portion de l'appareil locomoteur pendant que son centre de gravité est poussé en avant par l'autre partie de cet appareil; de façon que l'animal ne cesse jamais de toucher au sol. Dans le *saut*, il n'en est pas de même : le corps quitte alors momentanément le sol et s'élance dans l'air pour retomber à une distance plus ou moins considérable. Ce mouvement résulte du déploiement subit des diverses articulations des membres qui auparavant avaient été fortement fléchis; et, pour que le corps puisse être ainsi lancé avec force, il faut que l'espèce de ressort, représenté par les membres, ait une longueur considérable, afin que, venant à se détendre, il imprime plus facilement une grande vitesse au corps qu'il est chargé de lancer comme un projectile. Or, chez les quadrupèdes, ce sont principalement les pattes de derrière qui servent à pousser le corps en avant, tandis que les pattes de devant en soutiennent le poids et en assurent la stabilité. Il s'ensuit que dans le saut ce sont les membres postérieurs qui agissent principalement, et, chez les animaux les mieux conformés pour bondir avec agilité, ce sont ces membres qui doivent être en même temps forts, longs et flexibles; les membres antérieurs n'ont pas besoin d'offrir un développement pareil, et, s'ils acquéraient une longueur égale à celle du train de derrière, ils embarrasseraient l'animal et ajouteraient inutilement à son poids. Aussi, chez les animaux doués de la faculté de franchir par le saut des espaces considérables, existe-



Fig. 85. Squelette du Kanguroo.

t-il toujours une grande inégalité entre les membres : ceux de devant sont petits et légers, tandis que ceux du train de derrière offrent une longueur considérable et sont disposés de façon à pouvoir se fléchir beaucoup et se redresser avec force. Ce mode d'organisation se remarque déjà chez les chats et les lapins, mais est porté bien plus loin chez les gerboises et les kanguroos (*fig.* 85) parmi les mammifères, et chez les grenouilles parmi les reptiles.

§ 292. **Natation et Vol.** — La *natation* et le *vol* sont des mouvements analogues à ceux du saut, mais qui ont lieu dans des fluides dont la résistance remplace, jusqu'à un certain point, celle du sol dans les phénomènes dont nous venons d'exposer le mécanisme.

Les membres qui, en s'étendant et en se reployant en arrière, doivent pousser le corps en avant, s'appuient dans ce cas sur l'eau ou sur l'air, et tendent à refouler ces fluides avec une vitesse plus ou moins grande; mais, si la résistance que l'air ou que l'eau présente dans ce sens est supérieure à celle qui s'oppose au mouvement de l'animal lui-même en sens contraire, ces fluides fourniront au membre un point d'appui, et le mouvement produit sera le même que si ce ressort touchait, par son extrémité postérieure, un obstacle invincible, mais ne se débandait qu'avec une force égale à la différence existante entre la vitesse qu'il déploie et celle qu'il imprime au fluide ambiant en le refoulant en arrière. Or, moins le fluide dans lequel l'animal se meut est dense, moins le point d'appui qu'il lui fournira ainsi sera résistant, et plus la force nécessaire pour dépasser de vitesse le déplacement de ce point d'appui et pour pousser le corps en avant sera considérable ; aussi, le vol nécessite-t-il une puissance motrice bien plus grande que la natation, et l'un et l'autre de ces mouvements ne pourraient être effectués avec la force qui, toutes choses égales d'ailleurs, suffit pour déterminer le saut sur une surface solide. Mais ce grand déploiement de force motrice n'est pas la seule condition nécessaire à la locomotion aérienne ou aquatique ; comme l'animal, qui est plongé dans un fluide, trouve de toutes parts une résistance égale, la vitesse qu'il aurait acquise en frappant en arrière ce fluide serait bientôt détruite par la résistance du fluide qu'il serait obligé de déplacer en avant, s'il ne pouvait diminuer considérablement la surface des organes locomoteurs, immédiatement après s'en être servi pour donner le coup. C'est effectivement ce qui a lieu, et l'un des caractères de tout organe de vol ou même de natation est de pouvoir changer de forme et de présenter, dans la direction op-

posée à celle du mouvement qu'il produit, une surface alternativement très-large et fort étroite.

§ 293. Lorsque les pattes d'un quadrupède doivent servir en même temps à la marche et à la nage, la nature les approprie à ce dernier usage en disposant les doigts de façon à pouvoir s'écarter entre eux et en les réunissant à l'aide d'un repli de la peau qui se tend par l'écartement de ces appendices et présente alors une large surface propre à agir sur l'eau comme le ferait une rame. C'est également par l'existence d'une *palmure* semblable que les pattes des oiseaux aquatiques diffèrent de celles des oiseaux ordinaires; mais lorsque les membres ne doivent plus servir à la marche et sont destinés exclusivement à la natation, les modifications que l'on remarque dans la structure sont plus considérables. Les parties correspondant au bras et à l'avant-bras restent très-courtes, ce qui permet aux muscles du membre de les mouvoir avec plus de force ; celle qui représente la main acquiert en même temps une grande largeur, et les doigts solidement unis sous une peau commune constituent une sorte de palette. Quelquefois le nombre et la structure des os qui entrent dans la composition de cette rame sont les mêmes que dans la main de l'homme, bien que la forme extérieure de l'organe soit très-différente : le phoque nous en offre un exemple (*fig.* 86). Quelquefois cependant les doigts de ces nageurs

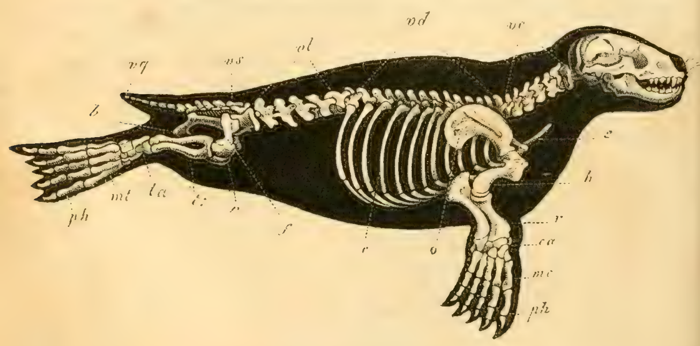


Fig. 86. *Squelette du Phoque* (1).

diffèrent des autres par l'existence d'un nombre plus considérable de phalanges, comme cela se voit chez la baleine; et d'autres fois les

(1) Les os sont indiqués par les mêmes lettres que dans la fig. 80, page 194.

doigts eux-mêmes semblent être remplacés par une multitude de petites baguettes osseuses réunies sous une peau commune, mode d'organisation qui se rencontre dans les nageoires des poissons.

§ 294. La structure des organes de locomotion aérienne offre beaucoup d'analogie avec celle des nageoires; aussi est-il des poissons qui se servent tour à tour des mêmes membres pour nager et pour voler, et la seule particularité qui se remarque chez ces animaux consiste dans un développement très-considérable des nageoires pectorales (*fig.* 87).

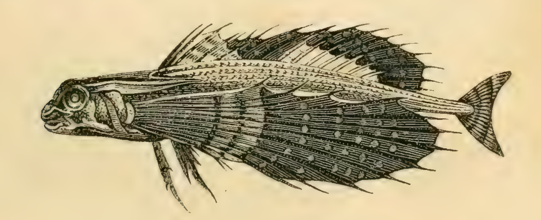


Fig. 87. *Un Poisson volant* (le Dactyloptère).

Quelques animaux peuvent aussi se soutenir dans l'air pendant un certain temps à l'aide d'espèces de voiles formées par un repli de la peau étendu de chaque côté du corps et soutenu par les pattes, sans que celles-ci cessent pour cela d'être spécialement destinées à la marche; mais cet appareil de vol dont quelques écureuils et les galéopithèques (*fig.* 88) nous offrent des exemples, est toujours très-imparfait, et chez les animaux destinés essentiellement à la locomotion aérienne, il existe toujours des ailes.



Fig. 88. *Galéopithèque.*

Chez les animaux vertébrés, c'est-à-dire chez tous ceux qui ont un squelette interne, les ailes sont formées par les membres thoraciques, dont la disposition est telle qu'ils représentent une sorte de nageoire légère et très-étendue. Ces conditions peuvent être remplies sans que la structure de l'organe s'éloigne beaucoup de celle de la patte d'un animal marcheur.

C'est ainsi que chez les chauves-souris (*fig.* 89), pour constituer des organes de vol assez puissants, la nature s'est bornée à envelopper les membres thoraciques tout entiers dans un vaste repli de la peau et à donner aux doigts une extrême longueur, de façon qu'en s'écartant ils puissent tendre cette espèce de voile mobile comme les baleines d'un parapluie en tendent le taffetas.



Fig. 89. *Squelette de Chauve-Souris* (1).

Au premier abord les ailes des oiseaux semblent différer beaucoup de celles des chauves-souris ou des bras de l'homme, et, en effet, ce qui en constitue presque toute la surface, ce sont les plumes roides dont elles sont garnies; mais la charpente solide de ces organes est au fond à peu près la même que celle de la patte d'un quadrupède; de même que chez ceux-ci, le membre est soutenu sur une portion basilaire analogue à l'épaule, et se compose d'un humérus, d'un cubitus, d'un radius et d'une main (*fig.* 90). Cette dernière partie, destinée seulement à fournir des points d'attache aux plumes, est peu développée et ne présente des vestiges que d'un petit nombre de doigts.

Les ailes des insectes sont, en général, construites à peu près sur le même plan, si ce n'est que le repli cutané qui les constitue est soutenu par des nervures cornées, au lieu de renfermer des parties analogues aux os des membres.

(1) Les divers os sont indiqués par les mêmes lettres que dans la fig. 80, page 194. — *cl* clavicule; — *po* pouce.



Fig. 90. Squelette de Vautour (1).

§ 295. **Organes de préhension.** — Enfin, c'est aussi par de légères modifications dans la forme des os et dans la disposition de leurs articulations que les membres, au lieu d'être propres à la locomotion seulement, deviennent des instruments plus ou moins parfaits de préhension ; pour s'en convaincre il suffit de comparer entre eux les membres thoraciques et abdominaux de l'homme (*fig.* 77). En effet, notre main, si admirablement organisée pour saisir et palper les objets, ne diffère guère de notre pied que par les mouvements de rotation qu'elle peut exécuter, et qui dépendent du mode d'articulation des os de l'avant-bras, par la longueur des doigts, leur plus grande flexibilité et la disposition du pouce qui peut se renverser sous les autres doigts de façon à représenter, avec eux, une sorte de pince.

Chez les mammifères qui vivent de fruits et qui sont les mieux organisés pour grimper sur les arbres, les quatre membres sont terminés de la sorte par des mains, et souvent la nature les pour-

(1) Les divers os sont indiqués par les mêmes lettres que dans les figures précédentes.

voit encore d'un cinquième instrument de préhension, en rendant leur queue assez longue et assez flexible pour s'enrouler autour des branches auxquelles ces êtres s'accrochent (*fig.* 91). Un grand



Fig. 91. *Sajou à gorge blanche.*

nombre des singes du nouveau continent, parmi les mammifères, et les caméléons parmi les reptiles, nous offrent des exemples de cette queue préhensile.

DE LA VOIX.

§ 296. Les rapports qui doivent exister entre un animal et ceux dont il est environné ne s'établissent pas seulement à l'aide des sens et des mouvements que nous venons d'étudier. Plusieurs de ces êtres sont doués de la faculté de produire des sons et peuvent même s'en servir comme moyen d'expression et de communication.

Chez les animaux les plus inférieurs il n'existe aucune trace de cette faculté, et chez les insectes, le bruit monotone que l'on nomme le chant de ces petits êtres, ne résulte que du frottement de leurs ailes ou de quelques autres parties de leur enveloppe tégu-

mentaire les unes contre les autres, de sorte que le son produit est une conséquence nécessaire de certains mouvements, de ceux du vol par exemple, et ne peuvent guère être considérés comme un phénomène d'expression; suivant toute probabilité il ne sert qu'à révéler la présence de celui qui le produit à ses semblables ou à d'autres animaux destinés par la nature à en faire la chasse. Chez les animaux supérieurs, au contraire, la voix acquiert plus d'importance, elle est complétement sous la direction de la volonté, elle offre plus de variété et elle dépend d'une cause différente; car chez tous ces êtres la production des sons s'effectue par le passage de l'air dans une partie déterminée du conduit respiratoire, disposée de façon à faire vibrer ce fluide.

§ 297. Chez l'homme et les autres mammifères, la voix se forme dans la portion du conduit aérifère qui est appelée *larynx* et qui est située au haut du cou entre l'arrière-bouche et la trachée (voy. *fig.* 23, page 41). En effet, une ouverture faite à la trachée au-dessous de cet organe, en permettant à l'air expiré de s'échapper au dehors sans le traverser, empêche complétement la production des sons, tandis qu'une blessure semblable, mais située au-dessus du larynx, ne détruit pas la voix; on s'en est assuré par des expériences sur les animaux vivants, et des cas pathologiques observés chez l'homme lui-même ont confirmé cette vérité. Ainsi, on connaît des exemples de personnes qui, à la suite d'une blessure ou d'une maladie, portaient, au-devant du cou, une ouverture donnant dans la trachée et livrant passage à l'air chassé des poumons par les mouvements d'expiration; or, ces malades étaient tous privés de la voix, mais il a été souvent facile de leur rendre la faculté de produire des sons en appliquant autour de leur cou une espèce de cravate de façon à boucher la plaie et à forcer l'air expiré à suivre sa route ordinaire, c'est-à-dire à traverser le larynx.

§ 298. **Larynx.** — Le larynx est un tube large et court qui est suspendu à l'os hyoïde (*h*, *fig.* 92) et qui se continue inférieurement avec la trachée (*tr*). Ses parois sont formées par diverses lames cartilagineuses désignées par les anatomistes sous le nom de *cartilage thyroïde* (*t*), de *cartilage cricoïde* (*c*) et de *cartilages arythénoïdes*. En avant on y remarque la saillie connue sous le nom vulgaire de *pomme d'adam* (*a*), et, à l'intérieur, la membrane muqueuse qui le tapisse forme vers son milieu deux grands replis latéraux dirigés d'avant en arrière, et disposés à peu près comme les lèvres d'une boutonnière. Ces replis (*fig.* 93 et 94) sont appelés les *cordes vocales* ou *ligaments inférieurs de la glotte*: ils sont assez

épais; leur longueur est d'autant plus considérable que la partie antérieure du cartilage thyroïde (ou pomme d'Adam), contre laquelle ils se fixent, est plus saillante, et, à l'aide des contractions d'un petit muscle logé dans leur épaisseur et des mouvements des cartilages arythénoïdes auxquels ils sont fixés en arrière (*ar*, *fig*. 93), ils peuvent se tendre plus ou moins, et se rapprocher ou s'écarter de

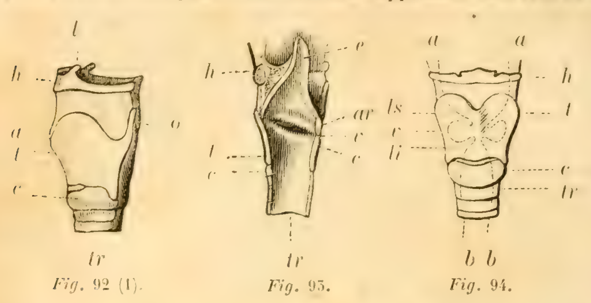


Fig. 92 (1). *Fig*. 93. *Fig*. 94.

façon à agrandir ou à diminuer l'espèce de fente qui les sépare. Un peu au-dessus des cordes vocales se trouvent deux autres replis analogues de la membrane muqueuse du larynx; on les nomme *ligaments supérieurs de la glotte*, et on appelle *ventricules du larynx* les deux enfoncements latéraux qui les séparent des ligaments inférieurs (*r*, *fig*. 93 et 94). L'espace compris entre ces quatre replis constitue ce que l'on nomme la *glotte*; enfin, on remarque encore au-dessus de l'ouverture supérieure du larynx une espèce de languette fibro-cartilagineuse nommée *épiglotte* (*e*, *fig*. 93) qui est fixée, par sa base, au-dessous de la racine de la langue et qui s'élève obliquement dans l'arrière-bouche, mais qui peut ce-

(1) *Fig*. 92. Larynx de l'homme vu de profil: — *h* os hyoïde; — *l* corps de l'os hyoïde qui donne attache à la base de la langue; — *t* cartilage thyroïde; — *a* saillie formée en avant par le cartilage thyroïde, et connue sous le nom vulgaire de *pomme d'Adam:* le cartilage thyroïde est uni à l'os hyoïde par une membrane; — *c* cartilage cricoïde; — *tr* trachée-artère; — *o* paroi postérieure du larynx en rapport avec l'œsophage.

Fig. 93. Coupe verticale du larynx : — *h* os hyoïde; — *t* cartilage thyroïde; — *c* cartilage cricoïde; — *ar* cartilage arythénoïde; — *r* ventricule de la glotte, formé par l'espace que laissent entre eux les cordes vocales et les ligaments supérieurs de la glotte; — *e* épiglotte ; — *tr* trachée.

Fig. 94. Larynx vu de face: le contour de la paroi intérieure est indiqué par les lignes *a*, *a*, *b*, *b*. — *l i* ligaments inférieurs de la glotte ou cordes vocales; — *l s* ligaments supérieurs. Les autres parties sont indiquées par les mêmes lettres que dans les figures précédentes.

pendant s'abaisser et couvrir la glotte, comme nous l'avons déjà dit en parlant de la déglutition (§ 61).

§ 299. **Mécanisme de la voix.** — Dans l'état ordinaire, l'air, expulsé des poumons, traverse librement le larynx et n'y produit aucun son ; mais, lorsque les muscles de cet organe se contractent et que le passage de l'air dans son intérieur devient plus rapide, la voix se fait entendre. Une expérience faite par un médecin célèbre de l'antiquité, Galien, montre la nécessité de ces contractions pour la formation des sons. Il coupa, sur des animaux vivants, les nerfs qui se rendent aux muscles du larynx, et cette opération, qui détermina la paralysie de ces organes, entraîna en même temps la perte de la voix. Enfin, d'autres expériences prouvent que c'est spécialement de l'action des ligaments de la glotte que dépend la production des sons ; car, lorsqu'on coupe les ligaments supérieurs, on affaiblit considérablement la voix, et lorsqu'on coupe les replis inférieurs ou cordes vocales on la détruit.

§ 300. La plupart des physiologistes pensent que dans la formation de la voix le larynx agit de la même manière que le ferait un instrument à anche ordinaire, un hautbois, par exemple ; c'est-à-dire que le courant d'air venant des poumons écarte les cordes vocales jusqu'à ce que ces lèvres élastiques, revenant sur elles-mêmes, interrompent momentanément le passage de ce fluide, qui bientôt les écarte de nouveau et produit ainsi des mouvements de va-et-vient (ou vibrations) assez rapides pour donner naissance à des sons.

On peut aussi, d'après la théorie physique des instruments de musique ordinaire, s'expliquer les principales différences que nous offre la voix humaine considérée chez des individus différents, ou chez le même individu lorsqu'il en varie les intonations.

Ainsi la physique nous apprend que toutes les fois qu'une corde élastique sera tendue avec plus de force, elle exécutera des vibrations plus rapides que lorsqu'elle était plus lâche, et qu'elle produira, par conséquent, un son plus aigu, car la gravité et l'acuïté des sons dépendent du nombre plus ou moins considérable d'oscillations qui se succèdent dans un temps donné. Or, les ligaments inférieurs de la glotte, comme nous l'avons déjà dit, sont conformés de manière à pouvoir se tendre ou se relâcher à des degrés variés, et on a constaté, par l'observation, que ces parties se tendent toujours avec d'autant plus de force qu'on cherche à rendre la voix plus aiguë. La longueur d'une corde ou d'une lame élastique, telles que celles dont on se sert pour la construction d'une anche, influe également sur l'élévation de son produit par sa vibration, et on

sait, par exemple, qu'en raccourcissant de moitié la corde d'un violon, on obtient un son d'une octave plus haut que celui rendu par la même corde lorsqu'elle avait toute sa longueur; si la voix se forme d'après des lois analogues, il faudra donc qu'il existe un rapport entre la longueur des cordes vocales et la gravité des sons produits; et, en effet, nous avons déjà vu que, par les contractions des divers muscles du larynx, ces replis, au lieu de rester libres dans toute leur longueur, peuvent être rapprochés au point de se toucher dans une étendue plus ou moins considérable, et, lorsqu'ils se rencontrent ainsi, la portion de leur bord susceptible de vibrer à la manière d'une anche doit éprouver nécessairement un raccourcissement correspondant, et doit donner un son plus aigu. Enfin, la longueur de ces cordes vocales est beaucoup plus considérable dans le larynx de l'homme que dans celui des femmes ou des enfants, et il existe, comme chacun le sait, une différence considérable dans le diapason de leurs voix.

§ 301. L'intensité ou le volume de la voix dépend en partie de la force avec laquelle l'air est expulsé des poumons, en partie de la facilité avec laquelle les différentes parties du larynx entrent en vibration, et de l'étendue des cavités de cet organe. Chez quelques mammifères remarquables par leurs cris assourdissants, il existe de grandes cellules en communication avec la glotte, et c'est à la résonnance de l'air contenu dans ces cavités que l'on attribue la force de leur voix : cette conformation se rencontre chez l'âne, par exemple, et est portée encore plus haut chez certains singes d'Amérique connus sous le nom de Hurleurs.

§ 302. Le timbre de la voix paraît tenir en partie aux propriétés physiques des ligaments de la glotte et des parois du larynx, et en partie à celles de la portion suivante du tuyau vocal. On sait que le timbre des instruments de musique varie beaucoup suivant qu'ils sont construits en bois, en métal ou en toute autre substance, et on a remarqué une coïncidence entre certaines modifications de la voix humaine et l'endurcissement plus ou moins grand des cartilages du larynx. Chez les femmes et les enfants, dont la voix a un timbre particulier, ces cartilages sont flexibles et n'ont que peu de dureté; tandis que chez les hommes et chez quelques femmes dont la voix est masculine, le cartilage thyroïde est très-fort et quelquefois même plus ou moins complétement ossifié.

La forme de l'ouverture extérieure de l'appareil vocal influe également sur le timbre des sons produits. Lorsque ceux-ci traversent les fosses nasales seulement, ils deviennent désagréables et nasillards; quand la bouche est largement ouverte, la voix ac-

quiert au contraire de la force et de l'éclat, et il paraîtrait que le degré de tension du voile du palais et des autres parties de l'arrière-bouche modifie aussi les qualités du son.

§ 303. Chez les oiseaux la voix se forme principalement dans un organe particulier qui ressemble un peu au larynx ordinaire, mais qui est placé au bas de la trachée-artère, là où ce canal se divise pour constituer les bronches ; ce second larynx, ou *larynx inférieur,* offre une structure très-compliquée chez les oiseaux chanteurs, et nous aurons l'occasion d'en faire connaître la conformation dans la suite de ce cours.

§ 304. **Modifications de la voix.** — Les sons produits par l'appareil vocal ne sont pas toujours de même nature, et se distinguent en cri, chant et voix ordinaire ou voix acquise.

Le *cri* est un son généralement aigu et désagréable, qui n'est que peu ou point modulé, et qui diffère principalement des autres sons vocaux par son timbre ; c'est le seul que puissent former la plupart des animaux, et, sous ce rapport, l'homme ne diffère de ces derniers que par l'effet de l'éducation. L'enfant qui vient de naître ne sait pousser que des cris, et, quand il est privé du sens de l'ouïe, sa voix ne change pas ; mais, lorsqu'il entend ce qui se passe autour de lui, il apprend de ses semblables et s'accoutume par sa propre expérience à la moduler et à produire des sons d'une nature particulière. Cette *voix acquise* diffère du cri par son intensité et par son timbre, mais elle n'est formée de même que par des sons dont l'oreille ne distingue pas nettement les intervalles et les rapports harmoniques. Le *chant*, au contraire, se compose de sons appréciables ou musicaux dont les oscillations sont régulières, et peuvent être, en quelque sorte, comptées par l'oreille.

§ 305. L'homme possède aussi la faculté de modifier d'une manière particulière les divers sons de sa voix, il peut articuler ces sons, et on donne à cet acte le nom de *prononciation.*

Les organes de la prononciation sont le pharynx, les fosses nasales et les différentes parties de la bouche, et suivant qu'ils agissent de telle ou telle manière, le son produit par le larynx prend tel ou tel caractère et constitue un son articulé particulier.

L'homme n'est pas le seul être ayant la faculté d'articuler les sons et de prononcer ainsi des mots, mais il est le seul qui sache attacher un sens aux mots qu'il prononce et à l'arrangement qu'il leur donne ; lui seul est doué de la *parole.*

DE L'INTELLIGENCE ET DE L'INSTINCT.

§ 306. Ayant étudié les organes à l'aide desquels l'homme et les autres animaux acquièrent la connaissance des objets extérieurs et réagissent sur ce qui les entoure, il ne nous reste plus, pour achever l'histoire des fonctions de relation, qu'à nous occuper du pouvoir qui détermine leurs actions et des phénomènes de l'entendement. Cette branche de la physiologie a été plus cultivée par les philosophes que par les naturalistes, et nous ne pourrions nous y arrêter long-temps sans sortir du cadre tracé par l'Université pour l'enseignement de la zoologie, mais il nous paraît indispensable d'en dire ici quelques mots.

C'est chez l'homme que tous les phénomènes de l'entendement offrent le plus de perfection, et c'est seulement en étudiant ce qui se passe en nous-mêmes que nous pouvons nous former quelque notion sur la plupart des opérations de l'esprit. C'est également chez l'homme que les facultés intellectuelles ont été le plus observées et qu'on les a analysées avec le plus de soin; aussi est-ce l'homme qu'il nous faudra prendre comme premier exemple dans l'investigation du sujet qui nous occupe ici, et est-ce à nous-mêmes qu'il nous faudra ensuite comparer les animaux, si nous voulons juger des facultés dont la nature les a doués, et chercher les causes de leurs actions.

§ 307. **Facultés de l'entendement humain.** — Nous avons vu que le contact immédiat des objets extérieurs, ou l'influence d'agents intermédiaires entre ces objets et nos organes, produit dans les parties sensibles de l'économie un certain changement d'état ou *impression* dont la nature nous est inconnue et dont l'effet est une excitation qui, transmise par les nerfs jusqu'au cerveau, y est aperçue par notre esprit et donne ainsi naissance à une *sensation.* La sensation est donc une chose distincte de l'impression et de l'excitation dont elle résulte, et consiste réellement dans la *conscience* que nous avons de cette impression; c'est un phénomène qui n'en est pas toujours la suite nécessaire, et dans bien des cas nous ne *sentons* pas les impressions reçues par les parties sensibles de notre corps, quoique l'excitation, ainsi produite, ait été conduite par les nerfs jusqu'à l'encéphale de la manière ordinaire, car l'effet de cette excitation sur le cerveau peut passer inaperçu par la puissance intérieure que les philosophes appellent souvent le *moi*, et que l'on désigne plus fréquemment dans le langage ordinaire sous

le nom d'*esprit* ou d'*âme*. La faculté d'éprouver des sensations est, par conséquent, une propriété de l'esprit ou de quelque agent analogue, et elle constitue, pour ainsi dire, la base de tout travail intellectuel.

§ 308. Pendant le sommeil rien n'est changé dans l'état de la plupart des organes des sens, et par conséquent ceux-ci doivent, comme durant la veille, recevoir des impressions sous l'influence des objets extérieurs; mais ces impressions ne donnent ordinairement lieu à aucune sensation, soit parce que le cerveau cesse momentanément d'être apte à transmettre à l'esprit les excitations ainsi reçues, soit parce que l'esprit lui-même perd alors de son activité. L'influence de l'âme sur les sensations est également évidente pendant la veille, car par l'effet de la volonté on peut concentrer, en quelque sorte, l'esprit sur telle ou telle excitation, de façon à en recevoir des sensations bien plus intenses et plus distinctes qu'on ne le ferait dans les circonstances ordinaires. Ainsi chacun sait qu'au milieu de plusieurs conversations qui se croisent avec une égale force, on peut souvent suivre le discours de la personne dont les paroles vous intéressent, et laisser passer inaperçues toutes les impressions produites sur notre oreille par les autres voix; et, lorsque l'esprit est fortement préoccupé, il arrive souvent que l'on ne voit pas ce que l'on a devant les yeux, et que l'on ne sent pas la douleur que devrait produire une blessure ou une maladie.

La faculté de diriger ainsi volontairement notre esprit vers les excitations reçues du dehors, ou vers les opérations de l'entendement lui-même, constitue ce que l'on nomme l'*attention*.

§ 309. Les sensations qui nous arrivent du dehors, ou qui résultent d'un état quelconque de nos organes eux-mêmes, varient dans leurs qualités; elles sont tantôt agréables, tantôt plus ou moins douloureuses, et varient entre elles suivant qu'elles nous sont données par l'un ou par l'autre de nos sens, ou qu'elles sont déterminées par des causes différentes. Lorsque l'enfant commence à en éprouver il ne sait encore à quoi les attribuer; mais il existe dans notre esprit une tendance à l'*induction* par suite de laquelle nous sommes naturellement portés à rattacher tout effet à une cause, et à chercher cette cause dans les circonstances dont le phénomène est accompagné ou précédé. Nous sommes conduits de la sorte à rapporter ce que nous éprouvons aux objets dont nous sommes entourés, et l'expérience ne tarde pas à confirmer ce *jugement*, car la diversité de nos sens et les manières différentes dont chacun d'eux peut être affecté nous permettent de reconnaître une coïnci-

dence constante entre certaines sensations et la présence de certains objets. Nous acquérons ainsi la conscience de l'existence des corps extérieurs ; nous y distinguons des qualités ou manières d'agir diverses, et nous nous formons une notion ou idée des objets, ou, en d'autres mots, nous les *percevons*.

Ainsi, quand un enfant sent l'odeur d'une fleur, il cherche naturellement la cause de cette sensation, et si, en même temps, il voit près de lui cette fleur ou s'il peut la saisir avec la main, il est porté à la considérer comme la cause de l'impression qu'il a reçue. Si, ensuite, son odorat cesse d'être ainsi excité quand il s'éloigne de cette même fleur, et si la même sensation revient dès qu'il touche ou qu'il voit de nouveau un objet ayant la propriété d'agir sur le sens de la vue ou sur le sens du toucher de la même manière que la fleur dont il vient d'être question, il ne tardera pas à se confirmer dans ce jugement et à associer dans son esprit la sensation venue par les sens de l'odorat, de la vue et du toucher, comme étant due à autant de qualités d'un même corps. Puis il lui suffira de reconnaître une de ces qualités ou caractères pour en inférer l'existence des autres jusqu'à ce qu'il rencontre des objets où elles ne se trouvent pas toutes réunies ; et alors, s'il a quelque intérêt à le faire, il cherchera d'autres différences propres à lui faire distinguer ces corps qu'il était au premier abord porté à confondre. Les sensations qui nous arrivent par les autres sens déterminent dans notre esprit un travail analogue, et c'est surtout par le concours des manières différentes de sentir que l'homme acquiert des idées sur l'existence de ce qui l'environne. Le sens qui, pour nous aider à acquérir des perceptions de cette nature, pourrait le mieux se passer de tous secours étrangers, est celui du toucher, parce qu'il peut s'exercer simultanément par des parties différentes de notre corps, et qu'il suffit à lui seul pour nous donner ainsi en même temps deux ou plusieurs sensations, de la comparaison desquelles ressort un jugement, soit sur l'existence du corps étranger qui les détermine, soit sur la qualité de ce corps.

Lorsque l'expérience nous a appris la signification des sensations que nous éprouvons, notre esprit ne s'arrête plus entre ses sensations et les conclusions qui en découlent ; il juge sans retard, sans effort, et même sans le savoir, ce qu'il avait d'abord besoin de peser et de considérer longuement ; ses jugements sur la cause des sensations deviennent en même temps plus sûrs, et on apprend réellement à se servir des sens dont la nature nous a pourvus. Mais c'est à tort que, pour exprimer ce fait, les physiologistes disent souvent que nos sens se perfectionnent par l'exercice, et ont

besoin d'une sorte d'éducation ; ce n'est pas la faculté de recevoir des impressions qui se modifie ainsi, mais la faculté d'apprécier les sensations, de les comparer, de les distinguer, en un mot de les juger. C'est en effet le *jugement* qui nous rend aptes à profiter de nos sensations et à nous former des notions des objets qui les déterminent. Mais ce travail de l'entendement ne suffirait pas pour amener ce résultat s'il ne s'exerçait que sur les sensations du moment, et si celles-ci ne pouvaient être comparées aux sensations reçues antérieurement et aux idées qu'elles ont déjà fait naître.

§ 310. Il existe effectivement une autre faculté de l'esprit qui joue un grand rôle dans tous les phénomènes intellectuels et qui nous est indispensable pour acquérir la connaissance des objets dont nous sommes environnés : c'est la *mémoire* ou la faculté d'avoir de nouveau la conscience d'une sensation déjà passée, ou d'une idée déduite précédemment de nos impressions. Comme chacun le sait, les sensations que nous recevons et les idées que nous acquérons passent plus ou moins rapidement et semblent se présenter seulement à notre conscience pour s'évanouir aussitôt ; mais dans la réalité elles ne s'effacent pas complétement, et peuvent fréquemment, sous l'influence de la volonté ou pour toute autre cause, se reproduire à notre esprit sans cependant revêtir jamais le caractère d'une sensation actuelle. Ce pouvoir conservateur, si précieux pour l'intelligence, s'exerce, en général, d'autant plus facilement que la sensation ou l'idée s'est présentée d'abord avec plus de force, ou s'est répétée plus fréquemment ; c'est comme si chaque acte de l'entendement était accompagné d'un certain changement permanent dans un point déterminé du cerveau, que ce changement fût d'autant plus marqué qu'il résulterait d'une action plus forte ou d'une somme plus considérable d'actions faibles, et que la trace, ainsi produite, fût appréciable à l'esprit, du moment qu'elle offrirait un certain degré d'intensité. D'autres circonstances influent également sur ce phénomène intellectuel ; l'âge, par exemple. Ainsi, dans les premiers temps de la vie, la mémoire est très-développée, et chez les vieillards elle est rarement assez forte pour retenir les idées produites par les sensations émoussées que l'homme éprouve dans cette période avancée de son existence, et elle ne conserve guère que ce qui s'y était gravé pendant la jeunesse ; quelquefois même elle se perd complétement par les progrès de l'âge, et même, chez l'adulte, elle est déjà plus faible que chez l'adolescent et l'enfant ; aussi est-ce pendant la jeunesse que l'on acquiert plus facilement toutes les connaissances qui ne demandent pas une réflexion très-grande, telles que les langues,

l'histoire, les sciences descriptives, etc. Il est également à noter que l'exercice tend à rendre la mémoire plus forte, et que dans certaines maladies mentales elle peut se perdre presque complétement sans que le malade cesse de posséder la faculté de recevoir des sensations du dehors et d'en déduire des notions sur les objets qui l'environnent.

L'intelligence humaine n'est que rarement susceptible d'être également impressionnée par des sensations de nature différente, et les différents hommes sont frappés d'une manière très-inégale par les idées du même ordre. Or, les sensations les plus vives sont toujours, comme nous venons de le dire, celles que la mémoire conserve le mieux, et par conséquent il est aisé de prévoir que la faculté de garder ainsi dans l'esprit les idées de divers ordres doit varier d'une manière analogue. Effectivement, chez le même homme, il y a pour ainsi dire autant de mémoires distinctes qu'il y a d'ordres de sensations différentes; il y a la mémoire des mots, la mémoire des formes, celle des lieux, celle de la musique, etc., et il est bien rare qu'un même homme les possède toutes au même degré; en général l'une de ces qualités prédomine, et dans certaines maladies mentales on a vu une espèce de mémoire se perdre complétement sans que les autres aient été notablement affectées; mais il ne faudrait pas conclure de ces faits que ce soient réellement autant de facultés distinctes; les inégalités qui se remarquent dans la mémoire, suivant qu'elle se dirige sur tel ou tel sujet, dépendent, suivant toute apparence, d'une inégalité dans la disposition de l'esprit à recevoir divers genres d'idées, et correspond avec une aptitude plus prononcée pour tel ou tel genre de travail intellectuel.

§ 314. La faculté de *jugement*, dont il a déjà été question, ne s'exerce pas seulement de la manière simple dont nous l'avons vue intervenir dans la perception ou la formation de nos idées relatives à l'existence ou à l'absence des qualités des objets, considérées comme causes de nos sensations. Les notions ainsi acquises ne restent pas isolées dans notre esprit; nous possédons encore le pouvoir de les comparer, de saisir les rapports qu'elles ont entre elles, d'en tirer des conclusions, en un mot de porter des jugements sur les idées aussi bien que sur les choses; nous pouvons même lier entre eux ces jugements pour en déduire de nouvelles conclusions et former ainsi un *raisonnement*. Ces opérations de l'esprit, lorsqu'elles sont portées à un haut degré de perfection, nécessitent la *réflexion* ou la considération de ce qui se passe dans notre intelligence elle-même, et cette faculté est si développée en nous qu'elle

nous donne jusqu'à la conscience de nos propres facultés et nous permet d'observer les phénomènes de notre entendement aussi bien que ceux du monde extérieur.

§ 312. L'*imagination*, ou le pouvoir de faire surgir dans notre esprit des idées qui ne naissent pas directement des sensations actuelles ou des notions déjà existantes dans notre mémoire, est aussi une faculté qui joue un grand rôle dans les phénomènes de l'intelligence humaine; mais ce qui contribue surtout à donner à celle-ci son immense développement, c'est la tendance que nous avons à créer des signes pour représenter nos idées, à penser au moyen de ces signes et à généraliser nos pensées.

§ 313. Enfin la *volonté*, qui nous donne le pouvoir de concentrer en quelque sorte notre conscience sur certaines sensations actuelles, sur les traces laissées dans notre mémoire par des sensations passées ou même sur les opérations de notre esprit, c'est-à-dire de faire acte d'attention ou de réflexion, nous permet aussi d'imprimer à nos pensées une direction déterminée, d'en interrompre le cours et d'en choisir jusqu'à un certain point l'objet. Mais il existe aussi en nous des tendances naturelles qui, indépendamment de notre volonté, nous portent à exécuter certaines opérations de l'esprit avec plus de facilité que d'autres, et qui nous font préférer les idées d'un certain ordre. La tendance à l'induction, dont nous avons déjà eu l'occasion de parler, est une de ces dispositions innées de l'intelligence humaine; la confiance, le sentiment de la justice, du beau, de la pitié, et en un mot toutes les *qualités morales* qui se montrent déjà avec plus ou moins de force dans la première enfance et qui se retrouvent chez tous les hommes indépendamment des effets de l'éducation, sont aussi de ce nombre, et on peut ranger encore dans la même classe la disposition que nous avons à rechercher les causes des phénomènes dont nous sommes témoins, ou à nous occuper de calculs, de musique, etc., tendances qui, de même que les premières, varient d'intensité suivant les individus, et donnent aux hommes, à raison même de cette inégalité, des aptitudes si différentes pour les travaux divers de l'intelligence.

§ 314. Ces attributs de l'esprit humain ont une grande analogie avec une autre classe de facultés que l'on peut appeler *affectives*, telles que la disposition naturelle que nous avons à aimer et à protéger nos enfants, à rechercher la société de nos semblables, etc., Enfin ces dernières facultés ont à leur tour une analogie non moins grande avec les *instincts* dont la nature nous a doués. On donne ce nom à une tendance ou impulsion qui nous porte à exécuter

certains actes dont ni la volonté ni l'intelligence ne déterminent les combinaisons, et dont l'esprit ne prévoit pas le résultat. Chez l'homme ces facultés instinctives ne sont que peu développées et ne sont que rarement la cause déterminante de ses actions; mais chez les animaux nous les verrons jouer un grand rôle et tenir lieu d'intelligence; c'est même chez ces êtres seulement que nous pouvons nous en former une idée bien nette.

§ 315. **Principes d'action**. — Les diverses facultés de l'esprit que nous venons d'énumérer sont la cause déterminante de la plupart de nos actions.

Nous avons déjà vu que, dans l'économie animale, certaines actions ont lieu sans le concours de la volonté et d'une manière tout *automatique;* tels sont les mouvements du cœur et les contractions péristaltiques des intestins.

D'autres mouvements peuvent également se produire indépendamment de la volonté, mais ne sont pas complétement soustraits à l'influence de cette force; ils continuent lorsque l'animal a perdu connaissance; mais dans l'état normal celui-ci peut à volonté les accélérer, les ralentir ou les interrompre. Les mouvements respiratoires nous offrent un exemple de ces actes, que l'on pourrait appeler *semi-automatiques*, et nous avons vu que chez les animaux supérieurs la force qui les détermine paraît résider dans la moelle allongée ou portion supérieure de la moelle épinière (§ 255).

Enfin, nous avons vu aussi qu'une troisième classe de mouvements est complétement dépendante de la volonté et cesse entièrement dès que les fonctions cérébrales sont interrompues. Ces actes, que les physiologistes désignent sous le nom de *mouvements volontaires*, sont les seuls dont nous ayons à nous occuper ici, car ce sont les seuls qui interviennent directement dans les fonctions de relation; et, si nous analysons les motifs qui nous portent à les exécuter, nous verrons que ces causes ou *principes d'action* sont de deux ordres : les uns sont *rationnels*, les autres *instinctifs*.

Effectivement, c'est quelquefois par suite d'un jugement et dans la prévision d'un résultat déterminé que notre volonté d'agir se prononce, mais d'autres fois ce qui nous porte à agir n'est pas une opération de l'intelligence, mais une impulsion non calculée et en quelque sorte aveugle que l'on peut appeler instinctive (en donnant toutefois à ce mot son acception la plus large); par exemple, le désir de satisfaire à un besoin physique, comme la faim, ou d'obéir à quelque affection naturelle ou à quelque instinct proprement dit, tels que la tendresse maternelle, et l'instinct qui, sans le secours

de l'expérience ou de l'éducation, apprend à l'enfant nouveau-né à teter la mamelle de sa mère.

§ 316. Enfin, il est aussi à noter que, par la répétition fréquente d'actions rationnelles, nous acquérons la faculté de les exécuter sans que la volonté intervienne pour les déterminer ou pour les régler, et quelquefois même sans que nous ayons aucune conscience de ce que nous faisons; c'est là un effet bien connu de l'*habitude,* et les mouvements produits de la sorte offrent une grande ressemblance avec ceux qui dépendent de l'instinct proprement dit; seulement, pour ces derniers, la nature nous donne d'avance tout ce qui est nécessaire pour les faire naître, tandis que, pour les premiers, la disposition particulière dont le phénomène dépend ne s'acquiert que par l'exercice et l'éducation.

L'étude de l'influence que la répétition d'un acte quelconque exerce sur la disposition à agir, et des rapports qui peuvent s'établir entre certaines pensées et certaines opérations de l'intelligence ou déterminations de la volonté, c'est-à-dire des effets de l'habitude et des associations d'idées, constitue une des branches les plus curieuses de la psychologie; mais l'espace nous manque pour nous y arrêter ici, et, pour l'objet que nous avons en vue, il nous suffit d'avoir signalé l'analogie qui existe entre les résultats de l'habitude et les impulsions de l'instinct.

§ 317. **Facultés des animaux.** — Ayant passé rapidement en revue les principales facultés de l'homme, nous pouvons, à l'aide des connaissances ainsi acquises, chercher à nous former quelques notions sur la nature de l'intelligence des animaux et sur les causes de leurs actions. Mais cette étude offre encore plus de difficultés que celle de l'entendement humain, car nous ne pouvons pas, comme chez nous-mêmes, observer directement les opérations de l'esprit, et c'est seulement en analysant les actions de ces êtres que nous pouvons juger de ce qui se passe en eux.

§ 318. Nous avons déjà dit que tous les animaux montrent des signes de sensibilité; mais, chez ceux dont la structure est la plus simple, les sensations ne paraissent donner lieu à aucun travail de l'entendement, analogue à celui qui se passe dans notre esprit lorsque nous acquérons la perception de la cause de nos impressions et que nous nous formons des idées relatives à ce qui nous entoure. Nous n'apercevons chez ces êtres aucun indice d'intelligence, et la volonté ne se manifeste chez eux que par des actes d'une simplicité extrême, tels qu'un changement de direction dans leurs mouvements lorsqu'un obstacle se trouve accidentellement sur leur passage. C'est en effet à des phénomènes de cet ordre que

paraissent être bornées les facultés de relation chez les animalcules infusoires et chez quelques autres zoophytes. Mais, lorsqu'on s'élève davantage dans la série zoologique, on voit les actes se compliquer et se diversifier de plus en plus, et souvent on ne peut se les expliquer qu'en admettant chez les êtres qui les exécutent l'existence d'*instincts* d'une admirable perfection, ou même de facultés analogues à celles qui, chez l'homme, sont nécessaires à la production d'actions semblables, la mémoire et le jugement, par exemple, et même le raisonnement. Lorsqu'on observe d'une manière superficielle les mœurs de certains animaux, tels que le castor, l'abeille et la fourmi, on est même tenté de leur attribuer une intelligence des plus développées ; mais c'est seulement chez ceux dont l'organisation se rapproche le plus de celle de l'homme, les singes et le chien par exemple, qu'il existe réellement quelque chose de semblable aux facultés que nous venons de mentionner, et chez les êtres moins élevés c'est de l'*instinct* que dépendent presque toutes les actions, même celles qui semblent demander le plus de calculs et de prévisions.

§ 319. **Instincts des animaux.** — Le caractère qui distingue surtout les actions instinctives de celles qu'on peut appeler intelligentes ou rationnelles, c'est de n'être pas le résultat de l'imitation ou de l'expérience, d'être exécutées toujours de la même manière, et, suivant toute probabilité aussi, sans être précédées de la prévision ni de leur résultat ni de leur utilité. La raison suppose un jugement et un choix ; l'instinct, au contraire, est une impulsion aveugle qui porte naturellement l'animal à agir d'une manière déterminée ; ses effets peuvent quelquefois être modifiés par l'expérience et le raisonnement, mais n'en dépendent jamais, et ces dernières facultés influent toujours d'autant moins sur les actions d'un animal que ses instincts sont plus parfaits ; chez l'homme l'intelligence remplace presque entièrement l'instinct, et chez les animaux c'est l'instinct qui supplée plus ou moins complétement au manque d'intelligence.

Comme exemple d'une action très-simple, mais cependant très-remarquable et qui est évidemment dépendante de l'instinct donné aux animaux pour les guider dans le cours de la vie, nous citerons un fait observé bien des fois chez de jeunes canards qui, couvés par une poule et élevés par elle, n'avaient jamais vu d'animaux de leur espèce, et qui cependant, à la première occasion, malgré les efforts de leur mère d'adoption et l'exemple des poussins dont ils étaient entourés, se sont jetés à l'eau pour y nager et y vivre à la manière des autres animaux de leur race. Comme exemple des actes

d'une complication extrême qui, à défaut de l'instinct dont ils dépendent, ne pourraient s'exécuter que sous l'influence d'une intelligence des plus prévoyantes, et nécessiteraient de savants calculs, nous citerons aussi des faits faciles à constater par tout observateur : les travaux des abeilles, dont les constructions offrent une si grande régularité et une si admirable perfection, et sont si bien appropriés aux usages auxquels elles doivent servir. Or, ces ouvrières habiles n'ont besoin ni de modèles ni de guides ; dès leur début dans leur carrière architecturale, elles exécutent sans tâtonnements ni méprises une multitude d'opérations délicates dont l'utilité n'est pas immédiate ; elles ne profitent jamais de l'expérience pour perfectionner leurs procédés, et de génération en génération elles travaillent de la même manière sans que les jeunes individus aient besoin des leçons de celles déjà exercées à bâtir ; enfin, on les voit continuer leurs travaux lorsque les circonstances dans lesquelles elles sont placées les rendent inutiles. On ne peut donc attribuer ces actes à l'influence de facultés analogues à celles de notre intelligence, car celles-ci ne suffiraient pas pour déterminer de semblables résultats, et on ne peut les expliquer qu'en leur assignant pour cause une impulsion naturelle semblable à celle qui porte l'enfant nouveau-né à teter sans qu'il ait appris à le faire.

Les instincts des animaux varient suivant les espèces et offrent un sujet d'étude plein d'intérêt pour le philosophe aussi bien que pour le naturaliste. C'est seulement en traçant l'histoire particulière de chaque animal qu'on peut espérer de les faire bien connaître tous, et l'espace nous manquerait ici pour en traiter de la sorte ; mais, afin de fixer les idées de nos lecteurs sur la nature des phénomènes qui résultent de ce genre d'impulsion innée, nous croyons devoir décrire ici quelques-uns des plus remarquables.

§ 320. On peut ranger les principales actions instinctives en trois classes, suivant qu'elles se rapportent à la conservation de l'espèce, à la conservation de l'individu, ou bien aux relations de celui-ci avec les autres animaux.

§ 321. Parmi les instincts donnés aux animaux pour assurer leur bien-être et pour les préserver des causes innombrables de destruction dont ils sont environnés, on peut citer en première ligne la disposition à se nourrir exclusivement de certaines substances déterminées. Quelques animaux des plus simples n'en sont pas pourvus, et avalent indistinctement tout ce qu'ils rencontrent : divers zoophytes sont dans ce cas ; mais la plupart des animaux en donnent des signes plus ou moins évidents, et quelquefois même cet instinct est si puissant, qu'on voit ces êtres refuser toute espèce

de nourriture, à l'exception d'une seule à l'usage de laquelle ils sont en quelque sorte prédestinés. En effet, non-seulement certaines espèces ne mangent que des matières animales, et d'autres uniquement des substances végétales; mais parmi ces dernières on en connaît un grand nombre qui ne s'attaquent qu'aux feuilles ou bien aux fruits d'une seule plante et restent indifférents à tout autre aliment; l'odorat et le goût sont les instruments qui les dirigent dans leur choix, mais on ne peut attribuer qu'à un instinct particulier la cause qui les détermine à ne manger que des substances qui agissent sur leurs sens de telle ou telle manière; et chose remarquable, il arrive quelquefois que cet instinct change tout à coup de direction lorsque l'animal arrive à une certaine période de son développement, et le détermine à abandonner son régime primitif pour rechercher exclusivement des substances dont il ne faisait auparavant aucun usage. C'est ainsi que certains insectes, qui sont carnassiers à l'état de larve, deviennent toujours phytivores à l'état parfait, et que les grenouilles, qui se nourrissent de matières végétales lorsqu'elles sont à l'état de têtard, deviennent au contraire carnassières lorsqu'elles ont achevé leurs métamorphoses.

§ 322. Cette faculté instinctive ne détermine que des actes d'une grande simplicité; mais il n'en est pas de même de celle que la nature a donnée à divers animaux carnassiers pour les diriger dans les moyens qu'ils emploient pour capturer leur proie.

Ainsi la larve du fourmilion (*fig.* 96), petit insecte du genre des éphémères, est destinée à se nourrir de fourmis et d'autres insectes



Fig. 95. *Fourmilion.*

dont elle suce les humeurs, mais elle ne se meut que lentement et avec peine; de sorte qu'elle ne pourvoirait que difficilement à ses besoins, si la nature ne lui avait appris à tendre des piéges pour s'emparer de la proie qu'elle ne peut pas poursuivre. Mais son ins-

tinct la porte à creuser dans du sable fin une petite fosse en forme d'entonnoir (*fig.* 97), puis à se cacher au fond de ce piége et à attendre patiemment qu'un insecte tombe dans le petit précipice qu'elle a ainsi formé ; et si sa victime cherche à s'échapper, ou si elle s'arrête dans sa chute, elle l'étourdit et la fait rouler jusqu'au fond du trou, en lui jetant, à l'aide de sa tête et de ses mandibules, une multitude de grains de sable. La manière dont le fourmilion creuse sa fosse est également curieuse : après avoir examiné le sol où il va s'établir, il commence par tracer un cercle qui doit correspondre à l'embouchure de son entonnoir ; puis se plaçant en dedans de cette ligne et se servant d'une de ses pattes comme d'une bèche, il se met à creuser, entasse ainsi une certaine quantité de sable sur sa tête, et, à l'aide d'une secousse, rejette sa charge à quelques pouces en dehors de son cercle ; il continue de la sorte en tournant tout autour de son trou projeté, en marchant à reculons et en se servant de la même patte pour remuer le sable ; mais, lorsqu'il est revenu à son point de départ, il change de côté, et ainsi



Fig. 96. *Larve.*

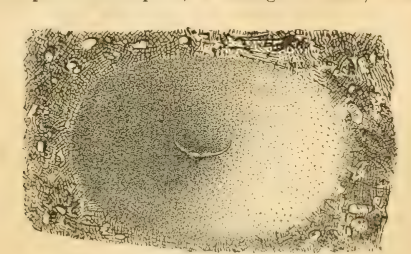


Fig. 97. *Piége du Fourmilion.*

de suite jusqu'à ce que son travail soit achevé ; si dans le cours de son opération il rencontre quelque pierre dont la présence nuirait à la perfection de son piége, il la néglige d'abord, mais y revient après avoir achevé son excavation ; fait tous ses efforts pour la charger sur son dos et la rejeter au dehors ; s'il y parvient il la pousse encore assez loin, comme pour l'empêcher de retomber, et s'il ne peut s'en débarrasser il abandonne son œuvre et recommence ailleurs sur nouveaux frais. Lorsque la fosse est achevée, elle a ordinairement environ huit centimètres de diamètre sur cinq de profondeur ; et, lorsque la pente de ses parois a été altérée par quelque éboulement, comme cela arrive presque toujours lorsqu'un insecte s'y laisse choir, le fourmilion se hâte de réparer les dégâts.

Certaines araignées dressent des piéges encore plus singuliers,

car les toiles que ces animaux tendent de diverses manières sont surtout destinées à arrêter les mouches et les autres insectes dont ils doivent faire leur proie. La disposition des fils varie suivant les espèces et n'offre quelquefois aucune régularité ; mais d'autres fois elle est d'une élégance extrême, et on s'étonne en voyant des animaux si petits construire avec tant de perfection une trame si étendue que l'est, par exemple, la toile de l'Épeire-Diadème qui habite dans nos jardins. Il est même des araignées qui ne se bornent pas à dresser de pareils piéges, mais qui se servent également de leurs fils pour emmaillotter leur victime et l'empêcher ainsi de se défendre jusqu'à ce qu'elles l'aient percée avec leurs crochets venimeux.

On peut citer même des poissons qui, pour s'emparer de leur proie, exercent une industrie instinctive non moins remarquable : tel est l'Archer qui habite le Gange, et qui, destiné à se nourrir d'insectes, mais ne pouvant les poursuivre, a l'art de lancer des gouttes d'eau sur ceux qu'il voit sur les herbes aquatiques, afin de les faire tomber et de s'en repaître ; il paraît qu'il est même assez habile dans ce genre de chasse pour manquer rarement son but à une distance de plusieurs pieds.

Enfin, les espèces de ruses employées par beaucoup de quadrupèdes dans leurs chasses doivent être aussi rapportées à l'instinct ; car elles se reproduisent de la même manière chez tous les individus de l'espèce, et souvent se montrent lorsque ceux-ci n'ont encore eu l'occasion de s'instruire ni par l'imitation ni par l'expérience.

§ 323. C'est encore dans cette classe d'instincts qu'il faut ranger la disposition innée qui détermine beaucoup d'animaux à amasser des provisions pour leur usage futur et à les enfouir dans des caches. En général, cet instinct n'est développé que dans des espèces plus ou moins sédentaires qui, pendant une partie de l'année, ne trouvent pas dans le pays qu'elles habitent les substances dont elles se nourrissent. Cette apparente prévision les empêche de souffrir du défaut d'aliments lorsque le sol ne leur en fournit plus, mais ne peut dépendre d'aucun calcul de l'intelligence ; car elle se montre avant que l'expérience ait pu apprendre à l'animal l'utilité de semblables magasins, et on la retrouve encore chez des individus vivant, ainsi que leurs parents, dans des climats où une saison de disette n'est plus à craindre.

L'écureuil de nos bois (*fig.* 98) nous donne un exemple de cette disposition innée à pourvoir aux besoins de l'avenir. Pendant l'été, ces petits animaux, à allures si vives et si gracieuses, amassent des provisions de noisettes, de glands, d'amandes, etc., et se servent

ordinairement d'un arbre creux pour y établir leur magasin ; ils ont l'habitude de faire ainsi plusieurs dépôts dans des cachettes



Fig. 93. *Écureuil commun.*

différentes, et en hiver, quand la disette se fait sentir, ils savent très-bien les retrouver, même lorsque la neige les recouvre. Mais cette impulsion, qui doit leur être si utile quand le froid vient interrompre leurs récoltes journalières, les porte encore à cacher les aliments qui leur restent, lors même qu'ils n'ont jamais connu un temps de disette et qu'ils n'en auront pas à redouter. Un autre mammifère rongeur, qui ressemble beaucoup à nos lapins et qui habite la Sibérie, le *Lagomys pica*, est doué d'un instinct encore plus remarquable, car non-seulement il cueille, en automne, l'herbe dont il aura besoin pour se nourrir durant le long hiver de ce pays inhospitalier, mais il fait du foin, exactement comme le font nos fermiers. Ayant coupé les herbes les plus vigoureuses et les plus succulentes de la prairie, il les étale pour les faire sécher au soleil ; et, cette opération terminée, il les rassemble en meules et a le soin de placer celles-ci à l'abri de la pluie et de la neige, et de creuser, au-dessous de chacun de ses magasins, une galerie souterraine aboutissant à sa demeure et disposée de façon à lui permettre de visiter en tout temps son dépôt de provisions. L'abeille, sur l'histoire de laquelle nous aurons bientôt l'occasion de revenir, est également poussée par sa nature à se préparer ainsi des ressources

pour l'avenir, et exécute, à cet effet, des travaux encore plus compliqués.

§ 324. Un autre genre d'instinct qui se rapporte, comme les précédents, à la conservation de l'individu, est celui qui détermine certains animaux à se construire une demeure, qui leur enseigne toutes les opérations compliquées nécessaires à cet but, et qui leur fait suivre invariablement dans leurs travaux la même routine, quoiqu'en général l'ouvrier n'ait jamais vu faire rien de semblable et n'ait pas de modèle.

C'est ainsi que le ver à soie se construit, avec les fils qu'il sécrète, un cocon dans lequel il se renferme, pour subir en sûreté ses métamorphoses et devenir papillon; que le lapin se creuse un terrier, et que le castor construit les huttes qui l'ont rendu célèbre. Nous aurons l'occasion de revenir sur cet instinct architectural lorsque nous parlerons des travaux communs exécutés par des troupes d'animaux vivant en société, et que nous nous occuperons des soins qu'un grand nombre de ces êtres donnent à leur progéniture; mais nous ne pouvons quitter ici ce sujet curieux sans donner quelques exemples à l'appui de ce qui vient d'être dit.

Le hamster (*fig.* 99), petit rongeur assez voisin du rat, qui se rencontre dans les champs, depuis l'Alsace jusqu'en Sibérie, et qui nuit beaucoup à l'agriculture, se construit une demeure souterraine offrant toujours deux issues : l'une, oblique, sert à l'animal pour rejeter au dehors les déblais de la terre; l'autre, perpendiculaire, est la voie par laquelle il entre et sort lui-même. Ces galeries conduisent à un certain nombre d'excavations circulaires qui communiquent entre elles par des conduits horizontaux : l'une de ces cellules, garnie d'un lit d'herbes sèches, est la demeure du hamster; les autres sont destinées à lui servir de magasins pour les provisions qu'il amasse en quantités très-considérables.

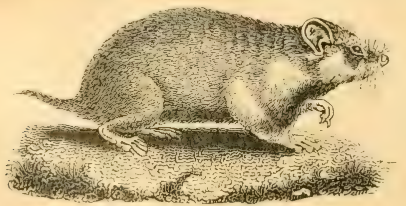


Fig. 99. *Hamster.*

Quelques araignées, connues des zoologistes sous le nom de mygales, exécutent des travaux analogues à ceux du hamster, mais

plus compliqués, car non-seulement elles se construisent une habitation vaste et commode, mais elles savent en fermer l'ouverture à l'aide d'une véritable porte garnie de sa charnière (*fig.* 100). A cet effet, la mygale creuse, dans une terre argileuse, une sorte de puits cylindrique d'environ huit ou dix centimètres de long, et en tapisse les parois avec une espèce de mortier très-consistant, puis fabrique, avec des couches alternatives de terre gâchée et de fils réunis en tissu, un couvercle qui s'adapte exactement sur l'orifice de son trou et qui ne peut s'ouvrir qu'en dehors; la charnière qui retient cette espèce de porte est fermée par une continuation des couches filamenteuses qui se portent d'un point de son contour sur les parois du tube situé au-dessous et y constituent un bourrelet remplissant les fonctions de chambranle; la surface externe de ce couvercle est rugueuse, et, par son aspect, diffère à peine de la terre environnante, mais sa surface interne est lisse; et, dans la demeure d'une de ces *araignées maçonnes*, on aperçoit, du côté opposé à la charnière, une rangée de petits trous dans lesquels l'animal introduit ses griffes pour la tenir baissée lorsque quelque ennemi cherche à l'ouvrir de force.



Fig. 100. *Nid de Mygale.*

Chez les insectes, on voit aussi un grand nombre de procédés curieux employés instinctivement pour la construction d'une habitation. Beaucoup de chenilles savent se former un abri en roulant des feuilles et en les attachant à l'aide de fils. Dans nos jardins, nous rencontrons, à chaque instant, sur les lilas, les groseilliers, etc., des nids de cette espèce, et c'est aussi de la sorte qu'est formé celui qui se trouve sur le chêne (*fig.* 101) et qui appartient à la chenille d'un petit papillon nocturne, le *Tortrix veridissima*. D'autres insectes se construisent des fourreaux avec des fragments de feuilles, des brins d'étoffes ou quelqu'autre

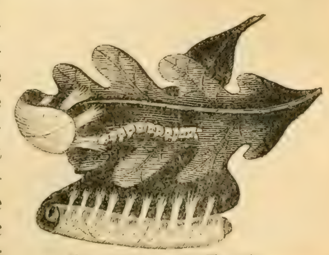


Fig. 101. *Nid du Tortrix.*

substance qu'ils savent ajuster artistement : telle est la Teigne des draps, petit papillon gris-argenté, qui, à l'état de chenille, se creuse des galeries dans l'épaisseur des étoffes de laine en les rongeant rapidement. Avec les brins ainsi détachés, la chenille se construit ensuite un tuyau qu'elle allonge continuellement par sa base ; et, chose singulière, lorsqu'elle devient trop grosse pour être à l'aise dans sa demeure, elle fend cette espèce de gaîne et l'élargit en y mettant une pièce.

Enfin il est aussi à noter que certains animaux destinés à passer toute la saison froide dans un état de léthargie ont non-seulement l'instinct de se préparer une retraite et un lit moelleux, mais bouchent l'entrée de leur demeure lorsque l'époque de leur sommeil hivernal approche ; comme s'ils pouvaient prévoir que de longtemps ils n'auraient pas besoin de sortir, et que leur porte restant ouverte livrerait accès au froid et à des ennemis dangereux. Telles sont les marmottes que l'on trouve dans les Alpes et que les petits Savoyards promènent dans nos rues.

§ 325. Un troisième genre de facultés instinctives qui tantô ont pour objet, comme les précédentes, la conservation de l'indit vidu, mais qui, d'autres fois, sont destinées à assurer aux jeunes des conditions favorables à leur existence, et qui, dans l'un et l'autre cas, se lient presque toujours d'une manière étroite à l'instinct de la sociabilité, détermine certains animaux à entreprendre de longs voyages, et souvent même à changer périodiquement de climat. Quelquefois, les animaux voyageurs ne quittent un canton que lorsqu'ils en ont épuisé toutes les ressources, et ils vont alors chercher à se nourrir dans un canton voisin. Quelquefois aussi, c'est le froid des hivers qui les chasse vers le midi, ou la chaleur trop forte de l'été qui les pousse peu à peu vers le nord ; mais, dans bien des cas, leurs émigrations précèdent tout changement atmosphérique propre à nous en donner l'explication ; et leur instinct les porte, non pas à céder pas à pas le terrain qu'ils abandonnent, mais à se diriger de suite et sans hésitation vers la région où ils doivent se rendre. Presque toujours aussi, au moment d'entreprendre ces voyages, on voit un grand nombre d'individus se réunir en troupe pour marcher de concert.

Les singes, qui vivent en si grand nombre dans les forêts du Nouveau-Monde, nous offrent un exemple de cette disposition à changer de quartiers d'une manière irrégulière. Lorsqu'ils ont dévasté un canton, on les rencontre par bandes nombreuses, s'élançant de branche en branche et allant à la recherche de quelqu'autre localité abondante en fruits ; puis, lorsque la disette les

a suivis dans leur nouvel établissement, ils vont chercher fortune ailleurs, les mères portant leurs petits sur leur dos ou dans les bras, et la troupe entière paraissant se livrer à une joie bruyante.

Des voyages encore plus remarquables, et qui n'offrent également rien de périodique, sont entrepris par les lemmings sans que l'on ait encore découvert les causes de leurs émigrations. Ces animaux, qui ont beaucoup d'analogie avec les rats, habitent les bords de la mer Glaciale et descendent quelquefois des montagnes par troupes innombrables. Ils s'avancent alors par colonnes serrées et suivent toujours une ligne droite sans se laisser détourner par les obstacles les plus grands, traversant à la nage les rivières qu'ils rencontrent, et tournant les habitations ou les rochers sur lesquels ils ne peuvent grimper. C'est surtout la nuit qu'ils voyagent de la sorte, et beaucoup périssent en route; mais leur nombre est si considérable qu'ils n'en causent pas moins des dégâts immenses partout où ils se montrent, car ils détruisent toute végétation sur leur passage, et ne se bornent pas à dévorer l'herbe jusqu'à sa racine, mais creusent aussi la terre pour en retirer les grains qui s'y trouvent. Ces émigrations de lemmings sont un fléau pour la Norwége et la Laponie : mais heureusement elles ont rarement lieu dans la même contrée plus d'une fois en dix ans.

En général, les voyages des animaux se font périodiquement et correspondent aux changements des saisons. Ainsi, chaque printemps, des légions d'un petit rongeur très-voisin du lemming, le campagnol des prés, qu'on appelle aussi quelquefois le rat économe, quittent le Kamtschatka, et se dirigent vers le couchant; ils marchent de la même manière que les précédents, parcourent des centaines de lieues, et sont si nombreux, que vers le milieu de juillet, lorsqu'ils arrivent sur les bords de l'Octrolsk et du Joudoma, après avoir fait une route de plus de 25 degrés de longitude, une seule colonne met souvent plus de deux heures à défiler. Au mois d'octobre, ils reviennent au Kamtschatka; et leur retour est une fête pour le pays, car l'escorte de carnassiers qui les suit fournit aux chasseurs de ces contrées arides des fourrures en abondance. Dans le voisinage du cap de Bonne-Espérance, et dans les parties septentrionales de l'Amérique, on rencontre aussi, au printemps et en automne, des troupeaux innombrables d'antilopes et de cerfs qui émigrent à de grandes distances. Mais c'est surtout dans la classe des oiseaux que les exemples de cet instinct des voyages sont fréquents et remarquables. Un grand nombre de ces animaux passent périodiquement d'Europe en Afrique, et viennent ensuite d'Afrique en Europe, et cela avec une régularité si grande, que c'est pour ainsi

dire à jour nommé qu'ils arrivent et qu'ils partent. Ainsi, les hirondelles, qui se montrent chez nous vers le commencement d'avril, nous quittent en automne. On voit alors ces oiseaux se réunir en troupes nombreuses et se diriger vers le midi. Parvenus sur les bords de la Méditerranée, ils se rassemblent sur quelque point élevé, et, après avoir attendu quelque temps un moment favorable, partent de concert et traversent la mer par bandes innombrables. On les rencontre quelquefois loin de terre, et, lorsque les vents contraires s'opposent à leur voyage, on les voit alors s'abattre sur les cordages des navires; il paraîtrait même qu'ils vont jusqu'au Sénégal pour y passer l'hiver. Les cailles sont également renommées pour leur instinct voyageur, et vont aussi en Afrique et en Asie-Mineure pour éviter les hivers rigoureux de nos climats; comme divers oiseaux du nord descendent sur nos rivages quand le froid les chasse des régions polaires, où ils retournent au printemps suivant.

Enfin, l'instinct des migrations se retrouve encore parmi les poissons et les insectes : le hareng, le thon, le saumon, etc., nous en offrent des exemples frappants parmi les premiers, et les locustes parmi les seconds.

§ 326. Les instincts que la nature a donnés aux animaux pour les mettre en état d'assurer la conservation de leur progéniture ne sont ni moins variés ni moins curieux que ceux à l'aide desquels ces êtres pourvoient à leurs propres besoins. L'impulsion intérieure qui détermine les oiseaux à se tenir pendant des semaines presque immobiles sur leurs œufs, qui leur fait construire d'avance, et avec tant d'art, une demeure pour y abriter leurs petits, et qui les pousse à veiller au bien-être de leur jeune famille; celle qui apprend aux insectes à choisir la place où ils doivent déposer leurs œufs afin que les larves qui en naissent puissent trouver à leur portée les aliments dont elles ont besoin, ou qui détermine quelques-uns de ces animaux à prodiguer leurs soins à des jeunes provenant d'une mère étrangère; l'instinct qui guide quelques oiseaux et certains quadrupèdes dans l'espèce d'éducation qu'ils donnent à leurs petits; ces facultés et les phénomènes qui en résultent exciteront toujours dans notre esprit autant d'étonnement que d'admiration, et nous enseignent, plus éloquemment que des paroles ne sauraient le faire, combien la puissance créatrice de tant de merveilles doit être au-dessus de tout ce que l'homme peut imaginer ou concevoir. Mais l'admiration que produisent en nous ces forces inconnues qui déterminent chez les animaux tant d'actions surprenantes est peut-être dépassée encore par celle que nous inspire cette affection également innée

qui, dans l'espèce humaine, porte une mère à se dévouer tout entière au bien-être de ses enfants, et qui se retrouve, quoiqu'à un moindre degré, chez un assez grand nombre d'animaux.

§ 327. Un des phénomènes les plus propres à donner une idée nette de ce que l'on doit entendre par *instinct* est celui qui nous est offert par divers insectes lorsqu'ils déposent leurs œufs. Ces animaux ne verront jamais leur progéniture et ne peuvent avoir aucune notion acquise de ce que deviendront leurs œufs; et cependant ils ont souvent la singulière habitude de placer, à côté de chacun de ces corps, un dépôt de matières alimentaires propres à la nourriture de la larve qui en naîtra, et cela lors même que le régime de celle-ci diffère totalement du leur et que les aliments qu'ils déposent ainsi ne leur seraient bons à rien pour eux-mêmes. Aucune espèce de raisonnement ne peut les guider dans cette action, car, s'ils avaient la faculté de raisonner, les faits leur manqueraient pour arriver à de pareilles conclusions, et c'est en aveugles qu'ils doivent nécessairement agir; mais leur instinct supplée au défaut d'expérience et de raison, et leur apprend à faire précisément ce qui convient pour atteindre le but qu'ils devraient se proposer.

Les nécrophores (*fig.* 102) qu'on rencontre assez souvent dans nos campagnes nous offrent un exemple de ce genre d'instinct; car, lorsque la femelle va pondre, elle a toujours soin d'enterrer le cadavre d'une taupe ou de quelqu'autre petit quadrupède, et d'y déposer ses œufs, de sorte que les jeunes se trouvent, dès leur naissance, au milieu des matières les plus propres à leur servir de nourriture, car, de même que leur mère, ils vivent de charogne. Mais ce qui est plus remarquable encore, c'est de voir un insecte, dont le régime est exclusivement végétal, préparer ainsi une nourriture animale pour sa progéniture, lorsque, durant l'état de larve, ses jeunes seront carnassiers. Les pompiles, insectes voisins des guêpes, sont doués de cet instinct singulier. A l'âge adulte, ils vivent sur les fleurs; mais leurs larves sont carnassières, et la mère pourvoit toujours à la nourriture de celles-ci en plaçant à côté de ses œufs, dans un nid préparé à cet usage, le corps de quelque araignée ou de quelque chenille qu'elle a préalablement percée de son aiguillon. Les xylocopes (*fig.* 103) ont des mœurs analogues, et creusent



Fig. 102. *Nécrophore.*

dans le bois une série de loges servant en même temps comme nids et comme magasins (*fig.* 104).

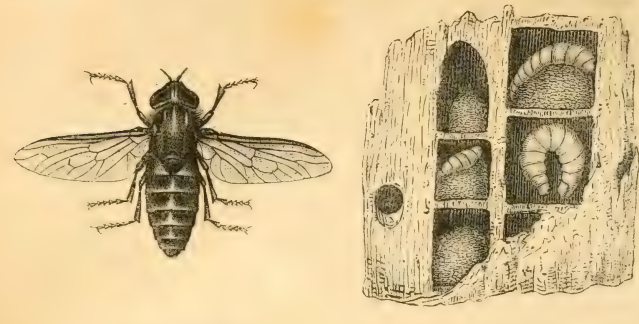


Fig. 103. *Xylocope.* *Fig.* 104. *Nid de Xylocope.*

§ 328. C'est surtout dans les premiers temps de la vie que les animaux sont faibles et ont besoin d'un abri contre les intempéries de l'air et les attaques de leurs ennemis ; aussi est-ce surtout



Fig. 105. *Nid du Chardonneret.*

dans le but de leur en procurer que la nature a donné à leurs parents l'instinct de la construction ; et le nombre des espèces qui, à l'âge adulte, se bâtissent une demeure pour leur propre usage,

est très-faible en comparaison de celui des animaux qui façonnent pour leurs petits un berceau moelleux et sûr. Parmi les oiseaux, rien n'est plus commun; et on ne peut voir sans intérêt la persévérance avec laquelle ces animaux apportent brin à brin les matériaux destinés à la confection de leurs nids, et l'art avec lequel il les arrangent; la forme et la structure de ces habitations sont toujours les mêmes pour les oiseaux d'une même espèce, mais varient beaucoup d'une espèce à une autre, et sont toujours parfaitement bien appropriées aux circonstances dans lesquelles la jeune famille est destinée à vivre; tantôt ces berceaux sont construits à terre et d'une manière grossière, et tantôt ils sont accolés contre le flanc d'un rocher ou d'un mur, mais, en général, ils sont placés entre les branches des arbres; la plupart ont une forme hémisphérique et ressemblent à un petit panier arrondi et évasé, dont les parois seraient formées de brins d'herbe ou de tigelles flexibles, et l'intérieur garni de mousse ou de duvet (*fig.* 105); quelquefois cependant leur disposition est plus compliquée. Un des nids les plus remarquables est celui du Baya, petit oiseau de l'Inde assez voisin de nos bouvreuils; sa forme est à peu près celle d'une bouteille (*fig.* 106), et il est



Fig. 106. *Nid du Baya.*

suspendu à quelque branche tellement flexible que les singes, les serpents et même les écureuils ne peuvent y parvenir; mais, pour

le rendre encore plus inaccessible à ses nombreux ennemis, l'oiseau en place l'entrée en dessous, de façon qu'il ne peut y pénétrer lui-même qu'en volant. C'est avec de longues herbes que cette habitation est construite, et on y trouve intérieurement plusieurs chambres dont l'une sert à la femelle pour y couver ses œufs, et une autre est occupée par le mâle, qui pendant que sa compagne remplit ses devoirs maternels l'égaie par ses chants. Un autre nid également singulier est celui d'un petit oiseau de l'Orient, voisin de nos fauvettes, le *Sylvia sutoria*, qui, à l'aide du coton qu'il cueille sur le cotonnier et qu'il file avec son bec et ses pattes, coud ensemble les feuilles dont sa demeure est entourée, et la cache ainsi à la vue de ses ennemis (*fig.* 107).



Fig. 107. *Nid du Sylvia sutoria.*

On connaît même des poissons qui construisent un nid grossier pour y déposer leurs œufs; mais de tous les animaux inférieurs, ce sont les insectes qui montrent le plus d'industrie et d'instinct dans la fabrication d'un logement pour leur progéniture. En parlant des travaux que quelques-uns de ces animaux exécutent en commun, nous aurons l'occasion de décrire les nids des abeilles et des guêpes; aussi nous bornerons-nous à mentionner ici un seul exemple de bâtisse que certains insectes solitaires élèvent pour y loger leurs œufs.

Parmi ces derniers, un des plus remarquables est le xylocope violacé ou abeille perce-bois, gros insecte à corps noir et à ailes violacées, qui appartient à la même famille que les abeilles proprement dites et qui n'est pas rare en France. Cet animal (*fig.* 103) creuse, dans le bois des espaliers et des échalas, des trous ovalaires qui s'avancent d'abord obliquement, puis se recourbent en bas, et descendent verticalement dans une longueur de 30 à 49 centimètres; en taraudant ainsi le bois, le xylocope a la précaution de rassembler en un tas les râpures qu'il en détache, et, lorsque sa galerie est creusée, il se sert de cette matière pour y construire des cloisons transversales et pour diviser le tout en un certain nombre de cellules closes (*fig.* 104). Ces cellules sont semblables entre elles, et, avant que de les fermer, l'insecte dépose dans chacune d'elles un de ses œufs, ainsi qu'un petit tas de pollen recueilli sur les fleurs

du voisinage, et destiné à la nourriture de la larve qui naîtra bientôt.

§ 329. Les relations qui doivent exister entre les animaux d'une même espèce ou entre ceux d'espèces différentes sont réglées par des instincts naturels, tout aussi bien que les actions qui se rapportent à la conservation des individus ou à la conservation de leur race. Tantôt ces êtres vivent solitaires, et quelquefois même ne souffrent dans leur voisinage aucun animal de leur espèce; d'autres fois, au contraire, on les voit se réunir en troupes nombreuses et former même des sociétés dans lesquelles tous les membres concourent à la défense générale et mettent en commun le fruit de leur travail. Or, ces différences ne sont pas accidentelles; tous les individus d'une même espèce ont des mœurs semblables, et c'est évidemment un instinct qui les pousse, les uns à se fuir mutuellement, et les autres à vivre en société.

Les associations formées par les animaux sont, les unes temporaires, les autres permanentes, et varient encore dans leur caractère.

Celles qui indiquent moins que toute autre un véritable instinct de sociabilité sont ces réunions, en quelque sorte accidentelles, que certains animaux chasseurs, tels que les loups et les hyènes, forment pour accomplir quelque acte de rapine ou de vengeance. Ces animaux, qui restent solitaires tant que leurs forces individuelles leur permettent de pourvoir à leur subsistance, se réunissent par bandes et chassent de concert lorsque la disette se fait sentir ou que quelque troupeau nombreux se montre dans le voisinage; mais, dès qu'ils ont atteint le but qu'ils se proposaient, ils se dispersent ou se querellent entre eux.

Beaucoup d'animaux voyageurs se rassemblent aussi de la sorte pour faire route ensemble, et se dispersent quand ils sont arrivés à leur destination; mais ces réunions se font d'une manière plus constante et plus régulière que celles dont il vient d'être question. En parlant des hirondelles, nous en avons déjà vu des exemples; mais, sous ce rapport, les pigeons de passage qui habitent l'Amérique septentrionale sont encore plus remarquables. Ces oiseaux parcourent d'une manière irrégulière ce vaste continent et se montrent quelquefois en troupes si immenses que leur nombre dépasse tout ce que l'on pourrait imaginer; on les voit quelquefois volant en une colonne serrée, dont la largeur est de plus d'un kilomètre et dont la longueur dépasse 10 ou 12 kilomètres, et un naturaliste célèbre des États-Unis, Wilson, évalue à plus de 2,000,000,000 le nombre d'individus dont se composait une bande qu'il a vue passer

dans le voisinage d'Indiana. Un autre auteur, digne de toute notre confiance, Audubon, nous apprend qu'un jour d'automne il quitta sa maison à Henderson sur les bords de l'Ohio. et qu'en traversant les terrains incultes près de Hardensburgh, il vit de ces pigeons en nombre plus considérable que d'ordinaire, se dirigeant du nord-est au sud-est; à mesure qu'il continua sa route vers Louisville, la bande voyageuse qui passait au-dessus de sa tête devint de plus en plus nombreuse. « L'air, dit-il, était tellement rempli de ces oiseaux que la lumière du soleil de midi en était obscurcie comme par une éclipse, et que la fiente tombait dru comme des flocons de neige; avant le coucher du soleil, j'arrivai à Louisville, situé à une distance de 55 milles, et les pigeons passaient toujours en rangs aussi serrés; le défilé de cette immense colonne dura trois jours encore, et pendant ce temps toute la population du pays était en armes, occupée à en faire la chasse. » C'est dans les bois que ces oiseaux établissent leur demeure; une seule troupe occupe alors toute une forêt, et, lorsqu'ils y sont restés pendant quelque temps, leur fiente y forme sur le sol une couche de plusieurs centimètres d'épaisseur; dans l'étendue de plusieurs milliers d'hectares, les arbres sont dépouillés et même complétement tués, et les traces de leur séjour ne s'effacent qu'après plusieurs années.

Les poissons et les insectes nous offrent des exemples non moins remarquables de ces immenses agrégations d'individus. Les locustes, insectes voisins des sauterelles, sont depuis long-temps célèbres par les ravages qu'ils occasionnent lorsque, réunis en légions innombrables, ils traversent certaines contrées de l'Afrique ou de l'Asie, dévorant tout sur leur passage; et les harengs se montrent dans les mers du nord en troupes si nombreuses, qu'ils deviennent l'objet d'une pêche des plus importantes; on les y rencontre serrés les uns contre les autres et formant ainsi des bancs qui ont souvent plusieurs centaines de pieds d'épaisseur et qui couvrent la surface de la mer dans une étendue de plusieurs lieues.

§ 330. Dans d'autres rassemblements temporaires formés par les animaux, le lien qui unit les membres de ces sortes de sociétés paraît être seulement le plaisir qu'ils trouvent à prendre en commun leurs ébats joyeux. Ainsi, dans le voisinage du cap de Bonne-Espérance, le voyageur Levaillant a vu chaque soir, à la même heure, des nuées d'une espèce particulière de perroquets (le *Psittacus infuscatus*) se réunir avec un grand bruit et se diriger ensuite vers quelque source d'eau bien limpide pour s'y baigner; là ces singuliers animaux folâtraient entre eux, se poussant dans l'eau et se roulant sur le rivage, puis retournaient sur les arbres

où ils s'étaient d'abord donné rendez-vous, y rajustaient leurs plumes, et, leur toilette étant achevée, se dispersaient pour gagner leurs retraites respectives et y passer la nuit.

Le besoin de la société de leurs semblables paraît déterminer aussi la formation de ces colonies permanentes que nous offrent nos lapins de garenne, dont les terriers communiquent entre eux; le chien des prairies de l'Amérique septentrionale (1), dont les habitations réunies par groupes sont connues des chasseurs sous le nom de villages et occupent quelquefois une étendue de plusieurs kilomètres; les éphémères et beaucoup d'autres insectes. Mais c'est dans les associations ayant pour objet l'exécution de travaux communs que l'instinct de la sociabilité se montre dans tout son développement; dans les colonies de castors, de guêpes, d'abeilles et de fourmis, par exemple.



Fig 108. *Castor.*

§ 331. Le castor du Canada est de tous les mammifères le plus remarquable par sa sociabilité et son industrie instinctive; pendant l'été, il vit solitaire dans des terriers qu'il se creuse sur le bord des lacs et des fleuves; mais, lorsque la saison des neiges approche, il quitte cette retraite et se réunit à ses semblables, pour construire en commun avec eux sa demeure d'hiver. C'est dans les lieux les plus solitaires de l'Amérique septentrionale que les

(1) L'animal désigné ainsi par les Américains n'est pas un véritable chien, mais une espèce de marmotte du genre arctomys.

castors, souvent au nombre de deux ou trois cents par troupe, déploient tout leur instinct architectural. Pour construire leurs nouvelles demeures, ils choisissent un lac ou une rivière assez profonde pour ne jamais geler jusqu'au fond, et préfèrent en général des eaux courantes, afin de s'en servir pour le transport des matériaux nécessaires à leurs constructions. Pour soutenir l'eau à une égale hauteur, ils commencent alors par former une digue en talus : ils lui donnent toujours une forme courbe, en dirigent la convexité contre le courant, la construisent de branches entrelacées les unes dans les autres, dont les intervalles sont remplis de pierres et de limon, et la crépissent extérieurement d'un enduit épais et solide. Cette digue, qui a pour l'ordinaire onze à douze pieds de large à sa base, et qui est renforcée tous les ans par de nouveaux travaux, se couvre souvent d'une végétation vigoureuse, et finit par se transformer en une sorte de haie. Lorsque la digue est achevée, et lorsque, l'eau étant stagnante, cette barrière n'est pas nécessaire, les castors se séparent en un certain nombre de familles, et s'occupent à construire les huttes qu'ils doivent habiter ou à réparer celles qui leur ont déjà servi l'année précédente. Ces cabanes sont élevées contre la digue ou sur le bord de l'eau, et sont de forme à peu près ovalaire; leur diamètre interne est de six à sept pieds, et leurs parois, construites, comme la digue, avec des branches d'arbres, sont recouvertes des deux côtés d'un enduit limoneux. On y trouve deux étages : le supérieur, à sec, est destiné à l'habitation des castors; l'inférieur, sous l'eau, sert de magasins pour les provisions d'écorce; enfin elles ne communiquent au dehors que par une ouverture placée sous l'eau. On a pensé que la queue ovalaire des castors leur servait comme une truelle pour bâtir ces demeures; mais il paraît qu'ils n'emploient à cet usage que leurs dents et leurs pattes de devant. Avec leurs fortes incisives ils coupent les branches et même les troncs d'arbres dont ils ont besoin, et c'est avec leur bouche ou avec leurs pattes antérieures qu'ils traînent ces matériaux. Lorsqu'ils s'établissent sur les bords d'une eau courante ils coupent le bois au-dessus du point où ils veulent construire leur demeure, le mettent à flot, et, profitant du courant, le dirigent là où il faut qu'il aborde : c'est également avec leurs pattes qu'ils creusent sur le rivage ou au fond de l'eau la terre qu'ils emploient. Du reste, ces travaux, qui s'exécutent avec une extrême rapidité, ne se font que pendant la nuit. Lorsque le voisinage de l'homme empêche les castors de se multiplier assez pour former de semblables associations, et d'avoir la tranquillité dont ils auraient besoin pour exécuter les travaux dont

nous venons de parler, ils ne bâtissent plus de huttes; mais l'instinct de la construction ne s'en conserve pas moins, et on a vu un de ces animaux, qui était élevé en captivité, s'emparer de tous les morceaux de bois qu'il trouvait pour les planter en terre et commencer des bâtisses, quoique les circonstances dans lesquelles il se trouvait lui rendissent inutiles de semblables travaux.

Les sociétés parfaites sont plus rares parmi les oiseaux que parmi les mammifères; on connaît cependant une espèce de moineau, le Républicain (*Loxia socia*), qui vit en troupes nombreuses aux environs du cap de Bonne-Espérance, et construit son nid sous une sorte de toiture commune à toute la colonie (*fig.* 109). Mais c'est

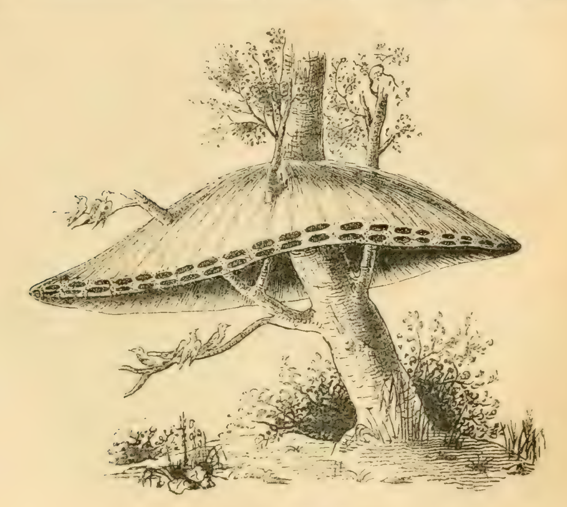


Fig. 109. *Nid du Républicain.*

dans la classe des insectes qu'on voit les exemples les plus remarquables de ce genre d'instinct, et que les constructions communes qui en résultent offrent le plus d'intérêt. Les nids des guèpes sont construits de la sorte, et nous surprennent par leur régularité et leur perfection; pour les bâtir, ces insectes détachent avec leurs mandibules des parcelles de vieux bois qu'ils convertissent en une espèce de pâte semblable à du carton, puis ils se servent de cette matière pour former des rangées de cellules hexagonales; ces gâteaux ou *rayons* sont placés parallèlement entre eux à une

distance déterminée, et sont réunis, d'espace en espace, par de petites colonnes qui servent aussi à les suspendre ; enfin, le tout est placé, tantôt à l'air, tantôt dans le creux d'un arbre, ou même en terre, et se trouve, suivant les espèces, à nu ou renfermé dans une enveloppe commune (*fig.* 110).

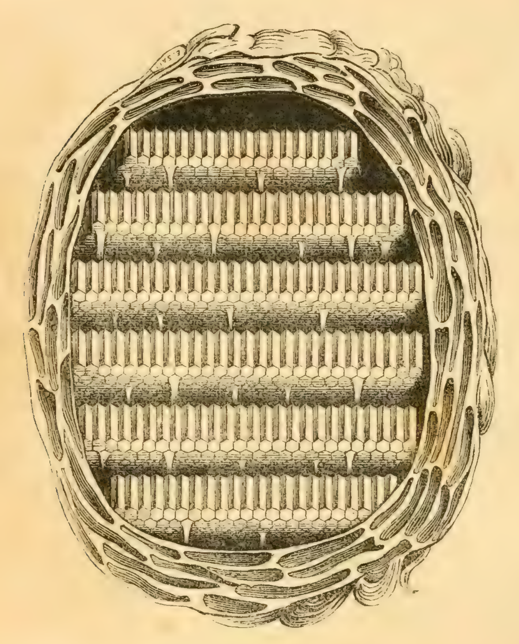


Fig. 110. *Nid de Guêpe.*

§ 332. La communauté dans les travaux est un des traits les plus remarquables dans les mœurs des abeilles ; mais ces insectes nous offrent aussi l'exemple d'un autre genre d'instinct qui détermine des actions non moins curieux à observer et qui appartient aussi à la classe des phénomènes dont nous nous occupons en ce moment : savoir, l'instinct qui règle les relations entre les ouvrières et leur reine.

Nos abeilles domestiques, ou mouches à miel, qui paraissent être originaires de la Grèce, et qui ont été transportées par l'homme dans

toute l'Europe ainsi que dans le nord de l'Afrique et dans l'Amérique septentrionale, vivent en colonies, composées chacune de dix à trente mille *ouvrières* ou *mulets*, de six à huit cents mâles ou *faux-bourdons* (appelés à tort *bourdons* par les cultivateurs), et communément d'une seule femelle qui semble y régner en souveraine, et qui a reçu le nom de *reine*; ils établissent leur demeure dans quelque cavité, telle que le trou d'un vieux arbre ou l'espèce de huttes que les agriculteurs leur préparent et que l'on nomme des ruches, et ce sont les abeilles ouvrières qui exécutent tous les travaux nécessaires à l'existence et à la prospérité de la société. Les unes, nommées *cirières*, sont chargées de la récolte des vivres et des matériaux de construction, ainsi que des bâtisses à élever; les autres, appelées, à raison de leurs fonctions, les *nourrices*, s'occupent presque exclusivement du soin intérieur du ménage et de l'éducation des petits.



Fig. III. *Abeille ouvrière.*

Pour faire sa récolte, l'abeille cirière entre dans une fleur bien épanouie, dont les étamines sont chargées de la poussière appelée *pollen* par les botanistes. Cette poussière s'attache aux poils branchus dont son corps est couvert, et, en se frottant avec les brosses qui garnissent ses tarses (*fig.* 106), l'insecte la rassemble en pelotes, qu'il empile dans les corbeilles ou palettes creusées à la face interne de ses jambes postérieures. A l'aide de leurs mandibules, les ouvrières détachent aussi de la surface des plantes une matière résineuse, appelée *propolis*, et en remplissent leurs corbeilles. Ainsi chargées, ces abeilles retournent à leur demeure commune, et, aussitôt arrivées, se débarrassent de leur fardeau, pour retourner à la recherche de nouvelles provisions ou pour employer celles déjà recueillies. Les travaux de l'intérieur sont plus compliqués : les abeilles commencent par boucher avec du propolis toutes les fentes de leur habitation et n'y laissent qu'une seule ouverture, dont les dimensions sont peu considérables; elles s'occupent ensuite de la construction des *rayons* ou *gâteaux*, destinés à servir de nids pour les petits et de magasins pour les pro-



Fig. 112. *Patte postérieure d'abeille.*

visions de la communauté. Ces gâteaux sont faits avec de la *cire*, matière qui se trouve sur diverses plantes, et qui est sécrétée aussi par les abeilles dans des organes particuliers, situés sous les anneaux de leur abdomen. Ils sont composés de deux couches de cellules (ou *alvéoles*) hexagones, à base pyramidale, adossés l'un à l'autre, et sont suspendus, perpendiculairement, par une de leurs tranches. En général, c'est à la voûte de la ruche qu'ils sont fixés, et ils sont toujours rangés parallèlement, de manière à laisser entre eux des espaces vides, dans lesquels les abeilles peuvent circuler. Les cellules, comme on le voit, sont par conséquent disposées horizontalement et ouvertes par un de leurs bouts. C'est avec leurs mandibules que les ouvrières les façonnent : elles en taillent les pans pièce à pièce, et elles portent dans leur construction une précision étonnante. La plupart de ces loges ont exactement les mêmes dimensions et servent à loger les larves ordinaires, ou deviennent des magasins ; mais quelques-unes, destinées à contenir des larves femelles et appelées pour cette raison des *cellules royales*, sont beaucoup plus grandes et de forme presque cylindrique. Quand les abeilles ont fait une récolte abondante de pollen ou de miel, elles déposent le superflu dans quelques-unes des cellules ordinaires, pour subvenir soit à leur consommation journalière, soit à leurs besoins futurs. Elles ont aussi la précaution de boucher, avec un couvercle en cire, les cellules contenant leur réserve de miel, et, si quelque accident vient menacer de miner leurs constructions, elles savent aussi élever des colonnes et des arcs-boutants, pour empêcher la chute de leurs gâteaux. Les mâles, comme nous l'avons déjà dit, ne participent pas à ces travaux, et, lorsqu'ils ne sont plus d'aucune utilité à la communauté, les ouvrières les mettent à mort, en les perçant de leurs aiguillons. C'est du mois de juin à celui d'août que ce carnage a lieu, et il s'étend même sur les larves et les nymphes de faux-bourdons. La femelle reste également étrangère à la vie active menée par les ouvrières ; mais, comme c'est de sa fécondité que dépend la prospérité de l'essaim, elle est toujours choyée par celle-ci. Dès qu'elle commence à pondre des œufs, elle devient pour toute la colonie un objet de respect, et elle ne souffre dans sa demeure aucune rivale ; si elle en rencontre, un combat à mort s'engage aussitôt, et une seule *reine* se voit toujours dans chaque essaim, quelle que soit la multitude d'individus dont celui-ci se compose. Tant qu'elle est restée renfermée dans l'intérieur de son habitation, la jeune reine ne pond pas d'œufs ; mais, si le temps est beau, elle en sort peu de jours après sa naissance, et s'élève avec les

faux-bourdons à perte de vue dans l'air; cependant elle ne tarde pas à rentrer, et, quarante-six heures après, elle commence à pondre des œufs, qu'elle dépose un à un dans les cellules préparées à cet usage. Pendant le premier été, cette ponte n'est pas très-nombreuse et ne se compose que des œufs d'ouvrières; pendant l'hiver, elle s'arrête; mais, dès que le retour du printemps se fait sentir, la fécondité de la mère-abeille devient extrême : dans l'espace d'environ trois semaines elle pond en général plus de douze mille œufs. C'est seulement vers le onzième mois de son existence qu'elle commence à donner des œufs de mâles en même temps que des œufs d'ouvrières, et ceux d'où naîtront des femelles ne viennent qu'un peu plus tard. Trois ou quatre jours après la ponte, les œufs éclosent, et il en sort une petite larve de couleur blanchâtre, qui, étant privée de pattes, ne peut sortir de son nid et chercher sa nourriture; mais les ouvrières pourvoient abondamment à ses besoins, en lui présentant une sorte de bouillie, dont les qualités varient suivant l'âge et le sexe de l'individu à qui elle est destinée, et, lorsque le moment de sa transformation en nymphe approche, elles la renferment dans sa loge, en adaptant à celle-ci un couvercle en cire. Cinq jours après la naissance d'une larve d'ouvrière, ses nourrices ferment ainsi sa cellule. Elle file alors autour de son corps une coque de soie, et, au bout de trois jours, se change en nymphe; enfin, après être restée sous cette forme pendant sept jours et demi, elle subit sa dernière métamorphose. Les mâles n'arrivent à l'état parfait que le vingt et unième jour de la naissance de la larve, tandis que les femelles subissent leur dernière transformation le treizième jour. L'influence qu'exerce sur le développement des abeilles la qualité des aliments dont les ouvrières nourrissent les larves est des plus remarquables : car, en variant la bouillie qu'elles donnent à leurs élèves, ces singulières nourrices produisent à volonté des ouvrières ou des reines. Cela se voit d'une manière évidente lorsqu'un essaim a perdu sa reine, et qu'il n'existe pas dans les rayons de la ruche de cellule royale contenant une larve de femelle; alors les abeilles se hâtent de démolir plusieurs cellules d'ouvrières, pour y donner la forme d'une cellule royale, et fournissent en abondance à la larve qu'elles y laissent la pâture dont elles alimentent les femelles; or, par ce seul fait, la larve, au lieu de devenir une abeille ouvrière, comme cela serait arrivé si elle avait continué à être élevée de la manière ordinaire, devient une abeille-reine. Quand une jeune reine a achevé ses métamorphoses et rongé les bords du couvercle de sa cellule, pour sortir de son nid, on voit se manifester dans toute

la colonie une grande agitation. D'un côté, les ouvrières bouchent avec de nouvelles quantités de cire les ouvertures qu'elle pratique, et la retiennent prisonnière dans sa loge; d'un autre côté, la vieille reine cherche à s'en approcher, pour la percer de son aiguillon et se défaire ainsi d'une rivale dangereuse; mais des phalanges d'ouvrières s'interposent pour l'en empêcher. Au milieu du tumulte qui résulte de tout ce manége, la vieille reine sort de la ruche avec toute l'apparence de la colère, et suivie d'une grande partie de la société d'ouvrières et de mâles, dont elle était le chef unique. Les jeunes abeilles, trop faibles pour émigrer de la sorte, restent dans la ruche, et bientôt leur nombre augmente par la sortie de celles qui étaient encore à l'état de larve ou de nymphe; les jeunes reines se dégagent aussi de leurs cellules pendant ce tumulte. S'il y en a plusieurs, elles se battent entre elles, et celle qui, après le combat, se trouve seule, devient la souveraine de la nouvelle société. L'essaim qui a abandonné de la sorte sa demeure avec la vieille reine ne se disperse pas, mais va à quelque distance se suspendre en groupe et fonder une nouvelle colonie qui recommence tous les travaux dont nous venons de parler, et qui, à son tour, fournit au bout d'un certain temps un second essaim, dont la sortie est déterminée par les mêmes causes que nous avons vues occasionner l'émigration du premier. Une ruche donne quelquefois trois ou quatre essaims par saison; mais les derniers sont toujours faibles. La mort de l'abeille-reine, la faiblesse d'une colonie et les attaques de ses ennemis déterminent quelquefois les abeilles à se disperser; les fugitives vont alors chercher asile dans une ruche plus fortunée, mais elles en sont impitoyablement repoussées à coups d'aiguillon par les propriétaires de la demeure qu'elles voudraient partager; car aucune abeille étrangère, même isolée, n'est reçue dans une ruche où elle n'est pas née. Quelquefois aussi toute une colonie en attaque une autre pour en piller les magasins, et, si les agresseurs ont le dessus, ils détruisent complétement la population vaincue et enlèvent tout le miel de leurs victimes, pour le déposer dans leur ruche.

§ 333. L'instinct qui pousse les abeilles à piller ainsi leurs voisins offre quelque ressemblance avec celui qui porte d'autres insectes à des actions plus singulieres encore, telles que la capture d'animaux d'espèce différente dont ils font des esclaves; habitude dont l'histoire des fourmis va nous fournir un exemple.

Ces petits insectes vivent comme les abeilles en sociétés nombreuses composées de mâles, de femelles, et surtout d'individus imparfaits et stériles, que l'on désigne sous le nom d'ouvrières, ou

de neutres, et que l'on reconnaît à l'absence de leurs ailes, à la grosseur de leur tète et à la force de leurs mandibules; ce sont aussi les ouvrières qui sont chargées de tous les travaux nécessaires à la prospérité générale, et elles y procèdent de manières différentes suivant les espèces. Les unes bâtissent leur demeure commune en terre, les autres en bois. Les premières creusent dans le sol une multitude de galeries et de chambres disposées par étages, et, rejetant les déblais au dehors, élèvent souvent au-dessus de leur nid un monticule, dans l'intérieur duquel ces travailleuses infatigables creusent de nouveaux étages, semblables à l'étage situé au-dessous; quelquefois on les voit aussi construire avec cette terre des galeries qui montent le long des tiges des arbustes où ces insectes vont chercher leur nourriture, et qui les abritent dans leurs courses journalières. Les fourmis qui construisent leurs fourmilières en bois s'établissent dans des arbres déjà attaqués par des larves d'autres insectes, et ramollis par la pourriture. Avec leurs mandibules elles détachent des particules de bois et creusent dans l'intérieur de l'arbre plusieurs étages séparés par des planchers et soutenus par des piliers formés de bois non rongé ou de sciure détachée des parties voisines et pétrie avec de la salive. Si quelque accident vient détruire une partie de leur édifice, on voit aussitôt toutes les ouvrières qui ont échappé à ce désastre déployer une activité extrême, retirer des décombres celles qui y ont été ensevelies, transporter en lieu de sûreté leurs compagnes blessées, et ajouter de nouvelles bâtisses à celles encore debout. Les mâles et les femelles ne participent pas à ces travaux. Les premiers ne restent dans la fourmilière que fort peu de temps et périssent presque aussitôt qu'ils en sont sortis; les femelles quittent aussi la demeure commune avec les mâles; mais, après s'être séparées de ceux-ci, et s'être dépouillées de leurs ailes, elles sont ramenées dans la fourmilière par les ouvrières et placées dans les chambres les plus retirées, où elles restent prisonnières, et sont nourries par leurs gardiennes. Dès qu'elles pondent un œuf, une fourmi ouvrière s'en empare et le transporte avec soin dans une chambre particulière. Les œufs destinés à produire des femelles ne sont pas logés dans les mêmes cellules que ceux d'où naîtront les ouvrières. Les larves reçoivent aussi de la part des ouvrières des soins assidus; chacune d'elles est appâtée par celles-ci avec des sucs qui lui conviennent, et, lorsque le temps est beau, on voit ces nourrices actives transporter leurs élèves hors de la fourmilière pour les exposer aux rayons du soleil, les défendre contre leurs ennemis, les rapporter dans leur nid à l'approche du soir, et les en-

tretenir dans un état de propreté extrême. Les fourmis ne font de provisions ni pour elles-mêmes ni pour leurs nourrissons, mais vont chaque jour chercher les aliments dont elles ont besoin. Pendant que certaines ouvrières s'occupent de l'entretien des bâtisses et des nouvelles constructions nécessaires à leurs colonies croissantes, d'autres vont chercher sur les fleurs des liquides sucrés et surtout y récolter un suc particulier, qui suinte du corps des pucerons et de quelques autres petits insectes hémiptères. Certaines fourmis ne se contentent pas de prendre la gouttelette sucrée que le puceron leur abandonne lorsqu'il se sent caressé par leurs antennes. Souvent elles portent ces insectes dans leurs demeures et les y élèvent comme des fermiers le font pour leurs vaches laitières. On a vu les habitants de deux fourmilières voisines se disputer leurs pucerons, et les vainqueurs emporter leurs prisonniers avec le même soin qu'elles le font pour leurs larves. Mais ce singulier instinct de prévoyance n'est pas encore le trait le plus extraordinaire de leurs mœurs. Il est des fourmis qui, après avoir vaqué pendant une partie de leur vie à leurs travaux ordinaires, semblent comprendre les plaisirs de l'oisiveté et vont faire la guerre à des espèces plus faibles, pour en enlever les larves et les nymphes, transporter celles-ci dans leur propre demeure, et charger les esclaves qu'elles se sont ainsi procurés de tous les travaux de la communauté.

§ 334. Enfin, il est aussi des animaux chez lesquels l'instinct de la société se trouve réuni à une autre tendance naturelle qui, au premier abord, semble moins remarquable que les précédentes, mais qui a pour nous une importance bien plus grande, car c'est probablement à elle que nous devons en majeure partie la possibilité de réduire quelques-uns de ces êtres à l'état de domesticité; nous voulons parler de la disposition à l'obéissance qui place tout un troupeau sous la direction d'un chef et qui a des liaisons intimes avec l'*instinct de l'imitation*. Lorsqu'on étudie l'histoire du cheval, on voit un exemple frappant de l'influence qu'exerce sur tous les individus de la bande l'exemple de ceux qui sont les plus vaillants et les plus forts, et, lorsqu'on observe les mœurs des singes, on voit aussi combien l'instinct de l'imitation est développé chez ces animaux.

§ 335. **Facultés de l'entendement chez les animaux.** — Les instincts, dont l'étude vient de nous occuper si longuement, sont les principales causes déterminantes des actions des animaux, et chez la plupart de ces êtres on ne voit, comme nous l'avons déjà dit, aucun indice de l'existence de facultés d'un ordre plus élevé; mais, lorsqu'on observe ce qui se passe chez certains animaux, il devient

impossible de refuser à ceux-ci la possession d'une espèce d'intelligence, et de reconnaître qu'ils peuvent être doués, comme l'homme lui-même, de la mémoire, du jugement, et même de la faculté d'établir quelques raisonnements peu compliqués.

Ainsi, il est évident que beaucoup d'animaux ne sont pas privés de *mémoire*, et que, chez plusieurs d'entre eux, cette faculté est même trés-développée. Le cheval, par exemple, reconnaît souvent un chemin qu'il n'avait parcouru qu'une fois et qu'il n'a pas vu depuis des années. La mémoire n'est pas moins fidèle chez le chien, l'éléphant et plusieurs autres mammifères, car on voit fréquemment ces animaux reconnaître, après une longue absence, les personnes qui en avaient pris soin ou qui les avaient maltraités. Les poissons même ne paraissent pas en être complétement dépourvus, car on a pu apprendre à des anguilles à accourir à la voix de leur gardien.

§ 336. Parmi les actions des animaux, il en est aussi que nous ne pouvons nous expliquer qu'en les supposant le résultat d'un *raisonnement*. Ainsi le chien, qui s'agite et qui déchire les barreaux de sa cage s'ils sont de bois et qui se résigne à sa captivité si ces barreaux sont de fer, doit agir de la sorte, parce que, dans le premier cas, il voit que par ses morsures il entame le bois, et qu'il croit, par conséquent, pouvoir briser ainsi l'obstacle qui s'oppose à sa fuite, tandis que, dans le second cas, trouvant le fer trop dur pour ses dents, il juge bientôt que ses efforts seront inutiles, et alors il les discontinue. Lorsque le chien, voyant son maître prendre son chapeau, juge qu'il va sortir et l'accable de caresses pour se faire emmener à la promenade, il agit aussi par suite d'un raisonnement, et cette opération de l'intelligence est encore plus évidente dans une multitude de stratagèmes que l'on cite comme ayant été employés par le même animal pour atteindre l'objet de ses désirs ; par exemple, dans la conduite d'un chien de garde qui chaque nuit parvenait à dégager son cou du collier qui le tenait à l'attache et courait alors égorger des moutons dans la campagne voisine, puis allait à la rivière laver sa gueule ensanglantée et revenait avant le jour au logis remettre son cou dans le collier qu'il avait quitté furtivement, et se coucher sur sa litière de façon à ne donner aucun éveil sur ses méfaits.

Les observations recueillies il y a quelques années sur un jeune chimpanzé (*fig.* 113) et un orang-outang vivants dans la ménagerie du Jardin du Roi, à Paris, montrent que ces singes sont doués d'une intelligence encore plus développée. L'orang-outang s'attachait aux personnes qui le soignaient, boudait lorsqu'on ne lui cédait pas,

et, de même que les enfants, exprimait sa colère en criant et en se frappant la tête contre terre, comme si, n'osant s'en prendre aux personnes qui lui résistaient, il s'en prenait à lui-même afin d'émouvoir ceux qui l'entouraient. Lorsqu'il était enfermé seul dans la chambre où on le tenait, il cherchait toujours à sortir, et montait sur une chaise placée auprès pour atteindre à la serrure et ouvrir la porte. Afin d'empêcher cette manœuvre, son gardien emporta un jour cette chaise ; mais l'orang fut en chercher une autre qu'il mit à la place de la première, et sur laquelle il monta de même pour ouvrir sa porte ; or, comment ne pas reconnaître



Fig. 113. *Chimpanzé.*

dans cette action, non-seulement la faculté de profiter des leçons de l'expérience, mais aussi celle de généraliser? Jamais on n'avait enseigné à cet animal à s'aider d'une chaise pour ouvrir les portes, et il n'avait même vu faire cela à personne ; ce devait être par sa propre expérience qu'il avait appris qu'en grimpant ainsi il

s'élevait au niveau de la clef qu'il voulait tourner, et ce ne pouvait être qu'en observant les actions de ses gardiens qu'il s'était aperçu que les chaises étaient transportables d'un lieu à un autre; enfin, ce ne pouvait être qu'en généralisant les notions ainsi obtenues et en combinant les jugements auxquels ces idées avaient donné lieu, qu'il a été conduit à agir d'une manière si bien calculée; car, dans les circonstances anormales où il se trouvait, ses instincts naturels ne pouvaient suffire pour le guider.

§ 337. Ce n'est guère que chez les mammifères les plus voisins de l'homme que l'on trouve des indices d'une intelligence un peu développée, et à mesure que l'on descend dans la série des êtres on voit les actions électives devenir de plus en plus rares et l'instinct remplacer l'intelligence. Les singes et les carnassiers se placent en première ligne sous le rapport de l'intelligence; les pachydermes, tels que l'éléphant et le cheval, viennent ensuite; puis les ruminants; et, de tous les mammifères, les rongeurs, c'est-à-dire l'écureuil, la marmotte, le castor, le lièvre, etc., sont à cet égard les plus imparfaits. Ainsi le rongeur ne parvient pas à distinguer individuellement l'homme qui le soigne de tout autre homme; le ruminant distingue son maître, mais ses facultés sont si bornées qu'un simple changement d'habit suffit quelquefois pour qu'il le méconnaisse (1); le cheval et l'éléphant non-seulement gardent le souvenir des personnes, mais apprennent facilement à obéir à des signes déterminés; le chien est reconnaissant des bienfaits qu'on lui confère, comprend la tristesse de son maître aussi bien que sa colère, et lui porte secours au besoin; enfin le singe agit avec encore plus de discernement et de calcul; mais c'est dans la jeunesse seulement qu'il est si heureusement doué, et ses facultés, au lieu de se perfectionner avec le progrès de l'âge, comme celles de l'homme, se détériorent promptement.

Chez la plupart des animaux inférieurs, on n'aperçoit rien qui ressemble à de la raison, et c'est l'instinct qui paraît diriger toutes les actions; quelques insectes seulement semblent, dans certains cas, se déterminer par des jugements plutôt que par un instinct proprement dit, mais ces cas sont rares et même incertains.

§ 338. Enfin nous devons ajouter encore que certains animaux

(1) Un bison du Jardin du Roi avait pour son gardien la soumission la plus complète; ce gardien vint à changer d'habit, et le bison ne le reconnaissant plus se jeta sur lui; le gardien reprit son habit ordinaire et le bison le reconnut. Deux béliers accoutumés à vivre ensemble sont-ils tondus, on les voit aussitôt se précipiter l'un sur l'autre avec fureur, comme s'ils étaient étrangers entre eux.

paraissent avoir comme l'homme, quoique d'une manière bien moins parfaite, des moyens de communication à l'aide desquels ils expriment ce qu'ils sentent et en informent leurs semblables.

C'est ainsi que chez les mammifères et les oiseaux vivant en troupes on voit souvent des individus placés en sentinelle, qui, par des cris particuliers, avertissent leurs compagnons de l'approche du danger: les marmottes et les flamants nous en offrent des exemples. On s'est également assuré de l'existence d'une faculté analogue chez les hirondelles, car on a vu bien des fois que le cri de détresse poussé par ces oiseaux, lorsque leurs petits sont menacés par quelque ennemi, attire aussitôt toutes les hirondelles du voisinage, qui volent au secours des parents effrayés et harcellent de concert l'animal dont ceux-ci redoutent l'attaque. Enfin, les insectes, aussi, paraissent quelquefois se communiquer des nouvelles: les observations faites sur les fourmis par Huber, par Latreille et par plusieurs autres naturalistes, ne peuvent laisser à cet égard que peu d'incertitude. Ainsi, lorsque la surface d'une fourmilière vient à être dégradée, toute la colonie est informée du désastre avec une rapidité étonnante; aucun son appréciable à nos oreilles n'est produit, mais on voit les insectes qui étaient témoins du dégât courir çà et là, se rapprocher de leurs compagnons, les frapper avec la tête et rapprocher leurs antennes des leurs; les individus qui ont été avertis de la sorte changent la direction de leur course pour se conduire comme les premiers, et au bout de quelques instants on voit ces petits animaux accourir par milliers sur le point où leur demeure menace ruine. Dans les guerres acharnées que se font souvent les habitants de deux fourmilières voisines, on a vu aussi des éclaireurs donner au gros de l'armée des informations qui l'ont fait changer de route, et des observateurs dignes de foi assurent même que, dans des circonstances critiques, des fourmis quittent quelquefois le champ de bataille pour retourner à la fourmilière, et que leur arrivée est suivie presque aussitôt par le départ de renforts nombreux.

§ 339. La plupart des actions des animaux s'expliquent facilement par l'existence des facultés que nous venons d'étudier, et que nous avons trouvées plus ou moins analogues à celles que nous possédons nous-mêmes; mais il est d'autres phénomènes dont nous ne pouvons en aucune façon nous rendre compte, et qui nous portent à soupçonner que plusieurs de ces êtres pourraient bien être doués de quelque sens que nous n'avons pas, et sur la nature duquel il nous est par conséquent impossible de nous former une idée. Effectivement, ni l'intérêt, ni l'intelligence, ne paraissent

devoir suffire pour guider certains oiseaux, tels que les pigeons et les hirondelles, qui, mis en liberté après avoir été transportés dans des paniers bien fermés à des centaines de lieues de leur nid, prennent leur vol sans hésitation et se dirigent en ligne droite vers le lieu où est restée leur jeune famille, comme si celle-ci était sous leurs yeux. Lorsque le chien et les autres mammifères retrouvent leur chemin à de grandes distances ou suivent de loin la trace de quelqu'autre animal, ils se dirigent ordinairement en prenant pour guide les sensations reçues par le sens de l'odorat, dont la délicatesse est extrême chez ces animaux; mais pour les pigeons-messagers, qu'on voit voler d'un trait de Bordeaux à Bruxelles, par exemple, on ne peut supposer rien de semblable, et on ne peut même faire de conjecture sur la nature de la faculté qui les guide.

§ 340. **Rapports entre l'intelligence et le cerveau.** — Nous ne savons également rien sur la cause de l'existence ou de l'absence de telle ou telle faculté intellectuelle ou instinctive chez un animal quelconque, ni sur le mécanisme à l'aide duquel ces facultés s'exercent; nous savons seulement que c'est par l'intermédiaire du système nerveux que se manifestent tous les phénomènes dépendants de ces facultés. La science est dans une ignorance complète relativement à la nature des rapports qui existent entre l'action de notre cerveau et la production de nos pensées ou la perception de nos sensations; mais il est facile de s'assurer que cet organe est l'instrument spécial à l'aide duquel les opérations de l'esprit se manifestent; de même que le cerveau ne peut recevoir des impressions du dehors que par l'intermédiaire des sens, de même les sensations ne peuvent parvenir à l'esprit que par l'intermédiaire de notre cerveau, et de même aussi notre volonté et toutes nos autres facultés intellectuelles ne peuvent se manifester qu'à l'aide de cet agent; et toutes les fois que, par une circonstance quelconque, ses fonctions sont interrompues, nous perdons aussitôt l'entendement, la volonté, la sensibilité, même la conscience de notre être, et nous sommes réduits à une condition analogue à celle d'un végétal, car alors nous ne vivons plus que de la vie organique. En effet, pour s'en convaincre, il suffit d'observer ce qui a lieu lorsque, par suite d'une blessure ou d'une apoplexie, le cerveau cesse de remplir ses fonctions; l'homme est plongé alors dans un état qui ressemble au sommeil le plus profond, et dans les expériences physiologiques on produit à volonté cet état chez les animaux supérieurs; car chez eux aussi le cerveau est l'instrument nécessaire à toute opération de l'entendement, et sa destruction entraîne la perte de l'intelligence et de l'instinct.

Mais de ce que le concours du cerveau est indispensable à l'exercice des facultés intellectuelles, on ne peut pas en conclure que c'est cet organe lui-même qui sent, qui juge et qui veut; il nous est même impossible de concevoir comment un organe matériel pourrait engendrer la pensée, et toutes les hypothèses des matérialistes ne nous éclairent en rien sur la nature intime de ce travail. Pour s'en rendre compte, on est forcé de remonter plus haut et de l'attribuer à un principe immatériel qui, chez l'homme, est désigné tantôt sous le nom de principe vital, tantôt sous celui d'âme. On est porté à supposer que cette force est aussi la cause première de tous les phénomènes essentiellement vitaux de notre existence; phénomènes dont la nature ne varierait que parce que les organes ou instruments par l'intermédiaire desquels cette puissance unique se manifeste sont eux-mêmes différents dans les diverses parties de notre économie. Du reste, les faits nous manquent pour la discussion d'une pareille question, et les physiologistes ignorent également quel est le degré d'analogie qui existe entre l'âme de l'homme et le principe vital qui, dans chaque animal, paraît en tenir lieu et s'y montre avec des attributs variables suivant les espèces.

§ 341. Quoi qu'il en soit, le cerveau, comme nous l'avons déjà dit, est l'instrument à l'aide duquel la puissance intellectuelle s'exerce, et la structure de tout organe ou instrument physiologique est toujours en harmonie avec ses usages. Il s'ensuit donc qu'on pourrait conclure *à priori* que la conformation du cerveau doit varier suivant qu'il est destiné à servir d'intermédiaire pour la manifestation de tel ou tel genre de faculté, et qu'il doit présenter chez les divers animaux des différences de structure correspondantes aux différences qui s'observent dans leur intelligence. Et, en effet, l'anatomie nous apprend que, dans bien des cas, de semblables coïncidences sont faciles à constater.

§ 342. Ainsi, on remarque qu'ordinairement un organe agit avec d'autant plus de puissance qu'il est plus volumineux, et lorsqu'on compare le développement de l'intelligence avec le développement matériel de l'encéphale, on peut saisir également quelques rapports analogues. L'homme, qui, par ses facultés intellectuelles, est si supérieur à tous les animaux, a aussi un cerveau plus développé; chez les singes et même chez les carnassiers, cet organe est moins grand, mais offre encore une perfection considérable; il est plus petit et plus simple chez les rongeurs, et il se trouve réduit à son minimum chez les poissons, qui de tous les animaux vertébrés sont les plus stupides.

Ces faits ont conduit à penser qu'on pouvait juger du degré d'intelligence des animaux et même des hommes entre eux par le développement plus ou moins considérable de leur cerveau, et, pour apprécier ces différences, on a recours à différentes méthodes, dont la plus célèbre est celle de la mesure de l'*angle facial*, proposée par Camper, habile naturaliste hollandais.

Ces mesures sont destinées à faire connaître le rapport qui existe entre le volume du crâne (qui est rempli par le cerveau et le cervelet) et celui de la face, et se prennent de la manière suivante. On tire une ligne horizontale (*c d*, *fig.* 114 et 115), que l'on fait passer par le trou auditif et par le plancher des fosses nasales, de façon à suivre à peu près la direction de la base du crâne; puis on abaisse sur cette ligne une seconde ligne (*a b*), que l'on fait passer sur le point le plus saillant du front et sur l'extrémité de la mâchoire supérieure. Or, il est évident que cette dernière sera d'autant plus inclinée sur la première et formera avec elle un angle d'autant plus aigu, que la face sera plus développée et le front plus reculé, et que, par conséquent, la mesure de l'*angle facial* (car c'est ainsi qu'on nomme l'angle dont nous venons de parler) pourra indiquer avec assez d'exactitude le rapport cherché.

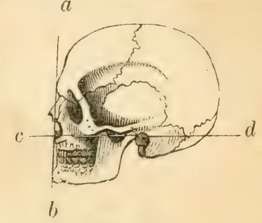


Fig. 114.

L'homme est de tous les animaux celui dont l'angle facial est le plus ouvert, et à cet égard il existe parmi les diverses races humaines de grandes différences; les têtes européennes l'ont ordinairement de 80° (*fig.* 114), et les nègres d'environ 70° (*fig.* 115); dans les différentes espèces de singes, elle varie de 65° à 30 (*fig.* 116), et, à mesure qu'on s'éloigne davantage de l'homme, et que l'on descend dans la série des mammifères, il devient encore plus aigu; dans le cheval et le sanglier, par exemple, le front est si fuyant, qu'il devient impossible de mener une ligne droite de l'extrémité de la mâchoire supérieure au crâne, à cause de la saillie du nez, comme on peut s'en convaincre en jetant les yeux sur la figure ci-jointe (*fig.* 117); enfin, chez les oiseaux, les reptiles et les poissons,

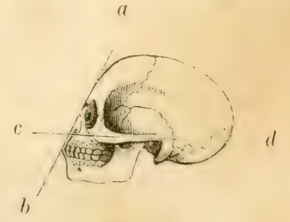


Fig. 115.

l'angle facial, lorsqu'il peut être mesuré, devient encore plus aigu que chez la plupart des mammifères.


Fig. 116. *Tête de Macaque.*


Fig. 117. *Tête de Sanglier.*

La coïncidence plus ou moins grande qui existe en général entre l'inclinaison de la ligne faciale et l'étendue des facultés intellectuelles ne paraît pas avoir échappé aux anciens; non-seulement ils ont très-bien remarqué que la ligne faciale relevée était un signe d'une nature plus généreuse et un des caractères de la beauté; mais, dans les figures de leurs héros et de leurs dieux, ils l'ont avancée plus qu'elle ne l'est chez aucun homme, et dans quelques statues (telles que Jupiter Olympien) ils l'ont fait incliner un peu en avant.

Le vulgaire même est habitué à attribuer de la stupidité aux hommes et aux animaux dont le front est très-fuyant ou le museau très-allongé; et, lorsque quelque circonstance vient à relever la ligne faciale, même sans augmenter la capacité du crâne, nous trouvons aux animaux qui présentent cette disposition un air particulier d'intelligence, et nous sommes portés à leur attribuer des qualités qu'ils n'ont réellement pas. L'éléphant et la chouette sont dans ce cas. La grande étendue des sinus frontaux donne à leur front une saillie considérable : or, la chouette, comme chacun le sait, était chez les anciens l'emblème de la sagesse, et l'éléphant porte aux Indes un nom qui indique qu'il a la raison en partage, et cependant ni l'un ni l'autre de ces animaux ne sont réellement remarquables par le développement de leurs facultés intellectuelles.

Quoi qu'il en soit, il faut bien se garder d'attacher à ces mesures une grande importance; elles ne peuvent donner tout au plus qu'une idée approximative du développement du cerveau, et jusqu'ici rien ne prouve que l'étendue des facultés intellectuelles soit proportionnelle à ce développement matériel de l'encéphale.

§ 343. Nous venons de voir que le cerveau est le siége de plusieurs fonctions bien distinctes, et, lorsqu'on examine la manière

dont les facultés intellectuelles et affectives s'exercent chez les différents hommes, on ne tardera pas à observer que le plus ou moins grand développement de l'une d'elles n'est pas toujours accompagné d'un développement égal dans toutes les autres. Tel homme, qui sera remarquable par l'amour instinctif qu'il portera à sa progéniture, pourra n'avoir que des facultés intellectuelles très-faibles, et tel autre, doué des dispositions les plus heureuses pour les sciences de calcul, pourra manquer complétement d'imagination ou de talent d'observation.

Ces considérations et une foule de faits analogues ont porté quelques philosophes à penser que le cerveau n'était pas un organe unique dont toutes les parties concourent de la même manière à la manifestation des phénomènes de l'instinct et de l'intelligence, mais que la nature avait établi dans les fonctions de l'encéphale la même division de travail qu'on remarque dans les autres appareils de l'économie animale, toutes les fois que les facultés de ceux-ci se perfectionnent : ils ont pensé que les facultés affectives avaient leur siége dans une partie déterminée du cerveau, les facultés intellectuelles dans d'autres, et en un mot que chaque genre de travail exécuté par le cerveau était lié à l'action d'un instrument ou organe particulier, et que ces organes spéciaux étaient des portions différentes de la masse nerveuse de l'encéphale.

C'est sur cette hypothèse de la localisation des diverses fonctions de l'encéphale que repose le système *phrénologique* du docteur Gall.

Ce physiologiste pensait que chacune de ces fonctions est l'apanage d'une partie déterminée du cerveau ou du cervelet, et que l'activité plus ou moins grande de chacune d'elles dépend en majeure partie du développement plus ou moins considérable de la partie qui en est le siége. Or, chez l'homme et la plupart des animaux supérieurs, l'encéphale remplit toute la cavité du crâne, et les parois de cette boîte osseuse se moulent en quelque sorte sur cette masse nerveuse, de façon qu'on peut juger de la grosseur proportionnelle des différentes parties du cerveau par la saillie plus ou moins grande des parties correspondantes de la tête. Et, en admettant que les suppositions énoncées plus haut soient exactes, on pourrait par conséquent, d'après l'inspection du crâne, juger des penchants et facultés de chaque individu.

Ce qui vient le plus à l'appui de ces hypothèses, ce sont les particularités qu'on a cru observer dans la configuration de la tête des hommes les plus remarquables par certaines qualités de

l'esprit ou par la force de quelques penchants, et les différences qu'on rencontre dans la forme du crâne des animaux dont les penchants sont le plus opposés. Ce que nous avons déjà dit de la ligne faciale s'applique surtout au développement plus ou moins considérable de la partie antérieure du cerveau, et l'existence d'un front déprimé et fuyant suffit pour donner à toute tête l'aspect de la stupidité. On remarque aussi que chez les animaux carnassiers, qui vivent de chasse et qui montrent le plus de courage et de férocité, la largeur du crâne vers les oreilles est beaucoup plus considérable que chez les herbivores, dont les mœurs sont douces et timides. Il est aussi vrai de dire que, chez presque tous les animaux, la partie postérieure de la tête, où les phrénologistes placent l'amour de la progéniture, paraît être plus développée chez les femelles que chez les mâles, et chacun sait qu'en effet la tendresse d'une mère pour ses petits est une passion bien plus forte que celle du père.

Mais si quelques-unes des suppositions dont l'ensemble forme la base de la phrénologie paraissent réellement assez plausibles, d'autres ne sont étayées sur rien de convaincant, et doivent même paraître absurdes pour toutes les personnes habituées à analyser les phénomènes de l'intelligence. Ainsi, il est des phrénologistes qui admettent une faculté particulière destinée a nous faire apprécier la pesanteur des corps, une autre qui rendrait apte à juger de l'étendue des objets, et ainsi de suite.

Du reste, nous le répétons, on ne connaît encore aucun fait propre à prouver que cette division du travail existe réellement dans le cerveau, et quelques expériences de M. Flourens tendraient même à faire penser qu'il en est tout autrement.

Quant aux facultés instinctives, qui sont si remarquables chez certains animaux, les rongeurs, les oiseaux et les insectes surtout, on ne saurait indiquer, dans l'état actuel de la science, aucune relation entre leur existence et un mode de conformation quelconque du système nerveux ; et il est impossible d'admettre que chez les animaux vertébrés, tels que le castor ou l'hirondelle, elles dépendent de la conformation particulière du cerveau, puisque chez l'abeille et la fourmi, où elles ne sont pas moins développées, le système nerveux diffère totalement de celui des animaux supérieurs et ne consiste plus qu'en une chaîne de ganglions (voyez page 133, *fig.* 58).

FIN DE LA PREMIÈRE PARTIE.

COURS ÉLÉMENTAIRE

D'HISTOIRE NATURELLE.

IMPRIMÉ PAR BÉTHUNE ET PLON.



COURS ÉLÉMENTAIRE

D'HISTOIRE NATURELLE

A l'usage des Collèges et des Maisons d'Education,

RÉDIGÉ

conformément au Programme de l'Université du 14 *septembre* 1840 ;

PAR

MM. MILNE-EDWARDS, F.-S. BEUDANT, et A. DE JUSSIEU.

Adopté par le Conseil royal d'Instruction publique pour l'enseignement dans les Colléges.

ZOOLOGIE.

PAR M. MILNE-EDWARDS,

Membre de l'Institut, Professeur au Muséum d'Histoire naturelle, Agrégé de la Faculté des Sciences de Paris, etc.

2e PARTIE.

Classification et distribution géographique des Animaux.

PARIS.

FORTIN, MASSON ET Cie, Place de l'École-de-Médecine, 1.

LANGLOIS ET LECLERCQ, Rue de La Harpe, 81

NOTIONS

SUR LA CONFORMATION, LA CLASSIFICATION ET LA DISTRIBUTION GÉOGRAPHIQUE DES ANIMAUX.

CONSIDÉRATIONS SUR LE PLAN GÉNÉRAL SUIVI PAR LA NATURE DANS L'ORGANISATION DES ANIMAUX.

§ 344. Dans la première partie de ce cours nous avons étudié, un à un, les divers phénomènes qui nous sont offerts par un animal vivant et nous nous sommes appliqué à connaître les organes destinés à les produire; nous avons analysé en quelque sorte la *vie*, considérée dans ses manifestations ainsi que dans ses instruments, et nous sommes arrivé de la sorte à la connaissance des facultés variées dont les êtres animés sont doués par la nature. Mais nous n'aurions que des notions bien incomplètes sur le règne animal si nous bornions là nos études et si nous ne cherchions à savoir comment ces instruments physiologiques, si variés, sont groupés pour constituer chacun de ces corps. Nous devons, en effet, nous occuper maintenant de l'ensemble de l'organisation, examiner le plan d'après lequel chaque animal est formé, et voir comment la vie se modifie dans ces divers êtres.

§ 345. Rien n'est plus varié que la conformation des animaux innombrables qui peuplent la surface de la terre, et il existe une diversité non moins grande dans les actes par lesquels la vie se manifeste dans ces machines animées. Chez les uns les fonctions sont peu nombreuses et la sphère dans laquelle s'exerce leur activité physiologique est fort restreinte; chez d'autres, au contraire, les facultés sont extrêmement variées et les actions se multiplient au plus haut degré; et, pour exprimer cette différence dans la nature des animaux, l'on dit souvent que parmi

ces êtres les uns sont plus *élevés*, plus *parfaits* que les autres. Un poisson, par exemple, est un animal plus parfait, plus élevé qu'une huître, car il possède un plus grand nombre des attributs de l'animalité et ses actions sont moins uniformes; mais il est lui-même moins parfait que le chien, puisque chez celui-ci la vie se manifeste par des phénomènes plus compliqués; et le chien, à son tour, est un être moins parfait que l'homme, car l'homme possède des facultés qui manquent à ce quadrupède et exerce des actes plus variés.

§ 346. **Tendance à la localisation des fonctions et à la division du travail physiologique.** — Le principe qui semble avoir été adopté par la nature dans le perfectionnement des animaux est aussi l'un de ceux qui ont exercé l'influence la plus heureuse sur les progrès de l'industrie humaine : *la division du travail.*

En effet, lorsqu'on compare entre eux des animaux qui diffèrent par le nombre et l'étendue de leurs facultés, on voit toujours que le perfectionnement de ces êtres coïncide avec une localisation plus considérable dans leurs fonctions; quand le même instrument sert à la production de plusieurs phénomènes, le résultat physiologique est pour ainsi dire grossier et imparfait, et un organe remplit toujours d'autant mieux son rôle que ce rôle est plus spécial. Or, le mode d'action d'un organe ou instrument dépend toujours de sa nature intime, de sa structure et de ses autres qualités, et, par conséquent, plus il y aura d'organes doués de genres d'activité différents, plus aussi il y aura dans l'économie de parties dissemblables, et la complication plus ou moins grande dans les actes et dans les facultés des animaux devra marcher de pair avec la complication naturelle de leur organisation.

Pour démontrer cette tendance de la nature à diviser le travail physiologique, pour en perfectionner les résultats, il nous suffira d'un petit nombre d'exemples.

§ 347. Ainsi, dans les animaux dont les facultés sont les plus bornées et dont la vie est la plus simple, le corps présente partout la même structure. Les parties qui le composent sont toutes semblables entre elles; et, l'identité d'organisation entraînant un mode d'action analogue, l'intérieur de ces êtres peut se comparer à un atelier où tous les ouvriers seraient employés à l'exécution de travaux semblables, et où, par conséquent, leur nombre influerait sur la quantité, mais non sur la nature des produits. Chacune des parties du corps remplit les mêmes fonctions que les parties voisines, et la vie générale de l'individu ne se compose

que des phénomènes qui caractérisent la vie de l'une ou l'autre de ces parties. Cela est si vrai qu'il existe de ces animaux dont on peut diviser le corps en une multitude de morceaux sans y arrêter le mouvement vital; au contraire, chaque fragment continue à vivre, et souvent même prend par cette excitation un développement insolite de façon à constituer bientôt un nouvel animal semblable par sa forme à celui dont il faisait partie, tout aussi complet dans son espèce, exerçant les mêmes fonctions et vivant de la même manière.

Les êtres singuliers que les naturalistes désignent sous les noms de *Polypes d'eau douce* ou d'*Hydres*, et que l'on trouve souvent sous les lentilles d'eau, offrent ce phénomène bizarre; en les mutilant de la sorte, loin de les tuer, on les multiplie. Tremblay, naturaliste genevois du siècle dernier, à qui l'on doit la connaissance de ces faits curieux, a ouvert un de ces petits animaux; puis il l'a étendu et coupé en tous sens; il l'a, pour ainsi dire, haché, et, malgré cet état de division extrême, chacun des fragments, loin de mourir, est devenu bientôt un animal complet.



Fig. 118. *Hydres* (1).

Pour comprendre ce phénomène, en apparence si contradictoire à tout ce que nous montrent les animaux supérieurs, il faut, avant tout, examiner le mode d'organisation des polypes dont nous venons de parler. Ces animaux sont trop petits pour être bien étudiés à l'œil nu; mais, lorsqu'on les observe au microscope, on voit que la substance de leur corps est partout identique : c'est une masse gélatineuse, renfermant des globules d'une petitesse extrême, et dans laquelle

(1) Dans la figure 118 on a représenté plusieurs *hydres* fixées à des lentilles d'eau *a* : ces animaux, comme nous le verrons par la suite, ne consistent qu'en un petit tube gélatineux ouvert par l'une de ses extrémités et garni d'un cercle de filaments appelés *tentacules*, à l'aide desquels ils introduisent les aliments dans leur cavité digestive. L'un de ces polypes *b* porte sur les côtés de son corps deux petits qui en naissent et qui ne tarderont pas à s'en détacher. — Dans la figure 2, page 28, on voit un de ces animaux grossi davantage pour montrer sa conformation intérieure.

on n'aperçoit aucun organe distinct. Or, comme nous l'avons déjà fait remarquer, l'identité dans l'organisation suppose nécessairement l'identité dans le mode d'action, dans les facultés. Il s'ensuit que toutes les parties du corps de ces polypes, ayant la même structure, doivent remplir les mêmes fonctions : chacune d'elles doit concourir de la même manière que toutes les autres à la production des phénomènes dont l'ensemble constitue la vie, et la perte de l'une ou de plusieurs de ces parties ne doit entraîner la cessation d'aucun de ces actes. Mais, si cela est vrai, si chaque portion du corps de ces animaux peut sentir, se mouvoir, se nourrir et reproduire un nouvel être, on ne voit pas de raison pour que chacune d'elles, après avoir été séparée du reste, ne puisse, si elle est placée dans des circonstances favorables, continuer d'agir comme auparavant, et pour que chacun de ces fragments de l'animal ne puisse non-seulement continuer à remplir les fonctions nécessaires à l'entretien de sa vie, mais aussi reproduire un nouvel individu et perpétuer sa race, phénomènes dont l'expérience de Tremblay nous rend témoins.

§ 348. Cette uniformité de structure ne se rencontre que chez un petit nombre d'animaux, et, à mesure que l'on s'élève dans la série des êtres, que l'on s'approche de l'homme, on voit l'organisation se compliquer davantage; chaque fonction, puis chaque acte dont cette fonction se compose deviennent l'apanage d'un instrument particulier, et le corps de l'animal offre des parties de plus en plus dissemblables entre elles. C'est d'abord le même instrument qui sent, qui se meut, qui absorbe du dehors les matières nutritives, qui respire et qui assure la conservation de l'espèce; mais, à mesure que la machine animale se perfectionne, la division du travail physiologique fait des progrès, et la vie de l'individu résulte du concours d'un nombre de plus en plus considérable d'organes variés, fonctionnant chacun d'une manière spéciale.

Un premier degré dans cette localisation des phénomènes physiologiques nous est offert par divers animaux dont l'organisation est déjà assez compliquée, mais dont le corps offre dans toute sa longueur une structure analogue, et se compose ainsi de plusieurs séries de parties identiques. Le *lombric terrestre* ou *ver de terre* nous en offre un exemple.

Chez cet animal cylindrique et effilé, la nutrition se compose d'une série d'actes exécutés par des instruments différents; la digestion s'effectue dans une cavité dont les parois ont des propriétés particulières; il existe aussi un système de canaux servant à conduire les matières nutritives dans toutes les parties du corps.

et un appareil qui est devenu le siége principal de la faculté de percevoir les impressions et de déterminer les mouvements; enfin on trouve des instruments destinés uniquement à la locomotion. Aussi ne peut-on concevoir la possibilité de diviser en tous sens le corps de ces vers comme on l'a fait pour les polypes, sans que la mort s'ensuive. Mais, lorsqu'on examine la disposition de ces divers appareils qui concourent chacun d'une manière différente à l'entretien de la vie, on voit qu'ils s'étendent tous uniformément d'une extrémité du corps à l'autre, et que chaque segment transversal de l'animal ne diffère que peu ou point de tous les autres; il en est la répétition et représente, jusqu'à un certain point, l'animal entier, car il renferme tous les organes dont le jeu est nécessaire au mouvement vital. On comprend donc sans peine la possibilité de détacher un certain nombre de ces segments du reste du corps sans faire perdre ainsi à l'un ou à l'autre tronçon aucune des propriétés vitales dont jouissait l'individu entier, et c'est effectivement ce qui a lieu. Si l'on coupe transversalement un ver de terre en deux, trois, dix, vingt morceaux, chacun des fragments peut continuer de vivre à la manière du tout, et constituer un nouvel individu.

Mais, lorsqu'on examine des êtres dont la vie est moins simple, on ne trouve même plus cette uniformité dans la distribution des principaux organes, et il devient impossible de mutiler fortement le corps sans détruire quelque partie devenue le siége spécial de certains phénomènes, et par conséquent sans priver en même temps l'animal d'une ou de plusieurs de ses facultés. Jamais on ne peut le diviser de façon à conserver dans chaque fragment tous les instruments nécessaires à l'entretien de la vie : l'une ou l'autre portion meurt toujours, et souvent ces mutilations amènent nécessairement la destruction complète de l'individu. Toutes choses égales d'ailleurs, elles seront graves en raison de la localisation plus ou moins complète des fonctions, et auront des suites d'autant plus fâcheuses que les parties non détruites seront moins aptes à agir comme le faisaient les parties enlevées.

§ 349. Ce que nous venons de dire touchant la localisation des grandes fonctions se remarque également pour les divers actes qui concourent à la production de chacun de ces phénomènes. Ainsi, chez les polypes dont il a été question ci-dessus, il ne paraît exister aucun organe particulier pour produire les mouvements, ni aucun instrument spécial pour l'exercice de la sensibilité; mais, chez tous les animaux plus élevés, le mouvement est développé exclusivement par le système musculaire, et la sensibilité est l'apanage

du système nerveux. Chez la plupart des vers, le jeu des muscles est uniforme dans toutes les parties du corps, et le système nerveux se compose d'une série de ganglions qui jouissent des mêmes facultés et possèdent tous le pouvoir de sentir et d'exciter des mouvements volontaires. Mais chez la plupart des insectes on distingue déjà une division de travail plus considérable dans les fonctions de cet appareil, et la faculté de déterminer les mouvements volontaires et de recevoir des sensations se concentre dans certains ganglions logés dans la tête; les modes de sensibilité se multiplient aussi, et des organes spéciaux se montrent pour recevoir les divers genres d'exécution dont dépendent la vue, l'ouïe, etc.; enfin, chez les animaux qui se rapprochent encore plus de l'homme, nous avons vu le système nerveux se compliquer bien davantage et chacune de ses parties constituantes avoir des usages particuliers (§ 198-204 et § 256). Si l'espace ne nous manquait, nous pourrions montrer aussi une pareille coïncidence entre la division du travail physiologique et la perfection des fonctions, dans tous les autres appareils de l'économie : dans les organes du mouvement, dans ceux de la digestion et dans l'appareil de la circulation, par exemple; mais les détails que nous venons de présenter nous semblent devoir suffire pour montrer la généralité de cette tendance de la nature.

§ 350. **Transformations organiques et tendance à l'uniformité de composition.** — Nous venons de voir qu'il existe des différences très-grandes entre les animaux sous le rapport de la simplicité ou de la complication de leur structure; les uns possèdent une foule d'instruments que les autres n'ont pas, et l'ensemble de l'organisation est, toutes choses égales d'ailleurs, d'autant plus parfait qu'il offre plus de variété dans ses parties constituantes. Tantôt cette complication de structure est déterminée par la création d'organes complétement nouveaux qui viennent en quelque sorte se surajouter aux parties déjà existantes chez les animaux moins favorisés par la nature; mais d'autres fois ce résultat est amené par des moyens plus simples, et, s'il était permis de s'exprimer ainsi, plus économiques. Ainsi dans un grand nombre de cas la localisation des fonctions est déterminée par une simple modification dans la disposition des parties déjà existantes chez d'autres animaux moins parfaits, modification qui rend ces instruments essentiellement propres à tel ou tel travail particulier, tandis que chez les premiers ils étaient conformés de manière à pouvoir servir en même temps à d'autres usages. Nous citerons comme exemple de ce mode de spécialisation des organes les différences que la na-

ture a introduites dans la conformation des membres chez divers animaux voisins des écrevisses et appartenant comme celles-ci à la classe des Crustacés. Chez les *limules* ou *crabes des Moluques* (*fig.* 119), les membres de la portion céphalique et thoracique du corps entourent immédiatement la bouche et sont conformés de façon à constituer tous des pattes pour la locomotion, et à servir en même temps comme instruments de préhension par leur extrémité libre, et de mâchoires par leur base; mais, comme on le pense bien, ils ne peuvent cumuler ces fonctions sans être nécessairement moins propres à l'un ou à l'autre de ces usages qu'ils ne le seraient si dans leur structure tout était calculé dans la vue d'un résultat unique; ce sont des pattes médiocres et des mâchoires peu commodes. Mais, chez les animaux de la même classe dont les facultés sont plus parfaites, ces différentes fonctions ne sont plus exécutées par un seul instrument; elles sont chacune l'apanage d'un organe particulier, et ces organes ne sont cependant que ces mêmes membres dont les uns sont destinés exclusivement à la mastication, d'autres à la préhension et d'autres encore à la locomotion; dans l'écrevisse, par exemple (*fig.* 120), les membres qui entourent immédiatement la bouche sont distraits de tout autre service pour devenir des organes spéciaux de mastication; une autre paire de membres n'est apte ni à opérer la division des aliments, ni à la locomotion, et

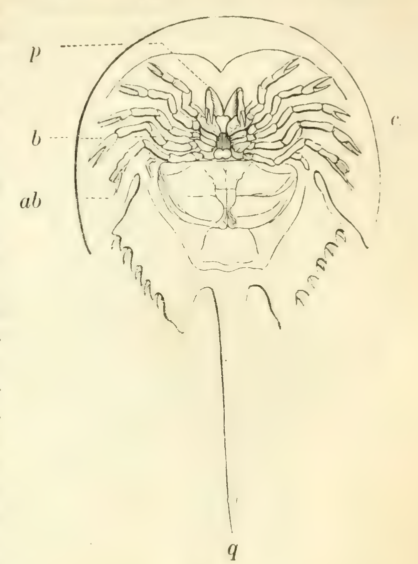


Fig. 119. *Limule* (1).

(1) L'animal est vu en dessous. — *b* la bouche; — *p* pattes dont la base fait office de mâchoires; — *ab* appendices abdominaux portant les branchies; — *q* stylet caudal.

n'agit que dans l'acte de la préhension, et une troisième série de membres est affectée exclusivement à la locomotion, et parmi ceux-ci les uns ne sont propres qu'à la marche, tandis que d'autres constituent des rames natatoires inutiles à l'animal quand il se meut sur le sol.

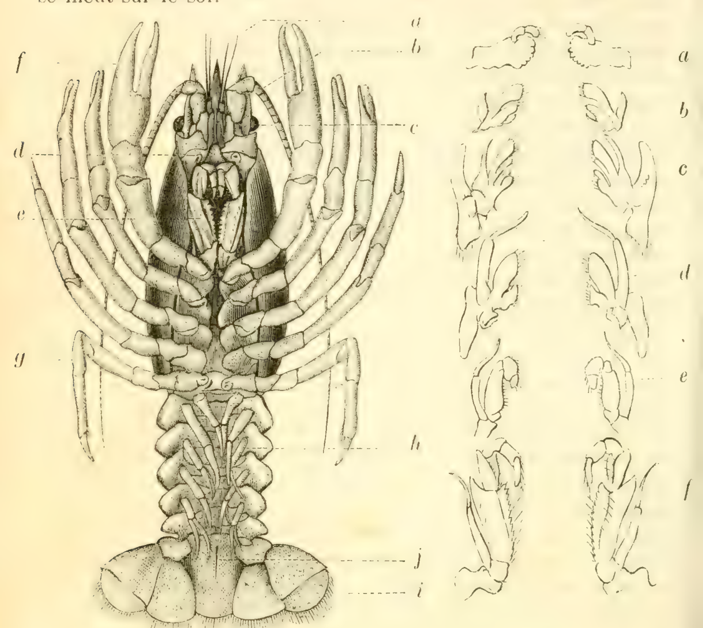


Fig. 120. *Écrevisse.* *Fig.* 121. *Appareil masticateur* (1).

Cette tendance de la nature à approprier une même partie de l'économie à des usages différents suivant les besoins de l'animal, plutôt que de créer pour chacun d'eux des parties entièrement nouvelles, se décèle aussi lorsqu'on compare entre eux des espèces

(1) *Fig.* 120. L'écrevisse vue en dessous : — *a* antennes de la première paire ; — *b* antennes de la deuxième paire ; — *c* yeux ; — *d* tubercule auditif ; — *e* pattes-mâchoires externes, — *f* pattes thoraciques de la première paire ; — *g* pattes thoraciques de la cinquième paire ; — *h* fausses pattes abdominales ; — *i* nageoire caudale ; — *j* anus

Fig. 121. Les six paires de membres qui composent l'appareil masticateur de l'écrevisse, isolées : — *a* mandibules ; — *b*, *c* première et deuxième paires de mâchoires ; — *d*, *e*, *f* les trois paires de mâchoires auxiliaires ou pattes-mâchoires.

destinées à vivre différemment. Nous en avons déjà rencontré des exemples remarquables dans la conformation des membres chez les animaux vertébrés, car nous avons vu que chez ces êtres ce sont les mêmes parties qui, modifiées plus ou moins profondément dans leur structure, constituent tantôt une patte ambulatoire, tantôt une main, et sont transformées ailleurs en une nageoire ou une aile (voyez § 290, etc.). Dans la suite de ces leçons, lorsque nous étudierons les insectes, nous aurons à signaler d'autres faits de ce genre non moins curieux, mais le temps nous manque pour nous y arrêter ainsi, et nous nous bornerons à ajouter que les anatomistes désignent sous le nom de parties *analogues* les organes qui, tout en offrant des formes et des usages différents, paraissent être de simples transformations de ce que l'on pourrait appeler un seul et même élément anatomique.

§ 351. C'est en général à l'aide de ces transformations que la nature varie la structure des animaux. Elle semble avoir voulu obtenir la plus grande variété possible dans ses productions tout en y employant le moins de matériaux essentiellement différents, et n'avoir eu recours à la création de parties entièrement nouvelles qu'après avoir épuisé les combinaisons auxquelles pouvaient se prêter les parties déjà existantes dans d'autres organismes. Cette disposition se lie intimement à une autre tendance qui se décèle à nous lorsque nous étudions comparativement la structure des divers animaux, savoir, la *tendance à l'uniformité de composition organique*. Il serait absurde de prétendre que tous ces êtres sont formés sur un même plan et construits avec les mêmes matériaux; mais, lorsqu'on prend comme point de comparaison les animaux les plus compliqués, on voit que les autres en reproduisent ordinairement les principaux traits, seulement ceux-ci semblent être plus ou moins simplifiés et diversifiés par l'effet des transformations de parties analogues aussi bien que par le manque d'un certain nombre de ces parties ou par l'existence d'organes dont les premiers sont à leur tour privés. Une grenouille, par exemple, diffère considérablement de l'homme, et cependant on peut reconnaître, dans la disposition générale de son organisation, les indices du plan d'après lequel le corps humain est construit. Lorsqu'on considère l'ensemble du règne animal, il est difficile de reconnaître partout cette analogie de plan général; mais, lorsqu'on circonscrit davantage le champ des observations, on voit clairement que, malgré leur nombre immense et leur diversité étonnante, les animaux sont tous conformés d'après un petit nombre de principaux *types*. C'est ce que nous montrerons bientôt lorsque nous aurons à traiter

des classifications zoologiques, car c'est d'après la considération de ces types généraux que l'on établit les premières divisions du règne animal.

§ 352. Si l'on poursuit l'examen comparatif des différences qui séparent entre eux les animaux, on voit aussi que les grandes modifications introduites par la nature dans le mode de conformation de ces êtres semblent avoir été préparées peu à peu. Le passage d'un plan d'organisation à un autre ne se fait pas brusquement, mais s'opère à l'aide de nombreuses nuances intermédiaires qui lient entre eux les types distincts, et c'est pour indiquer cette tendance que l'on dit souvent : *Natura non facit saltum.*

Rien ne serait plus facile que de citer une foule des exemples de cette loi de la création zoologique, mais il nous suffira d'un lseul pour fixer les idées de nos jeunes lecteurs sur les espèces de iaisons naturelles qui s'établissent de la sorte entre les êtres. Deux plans d'organisation bien distincts nous sont offerts par le lézard et la carpe ; la conformation générale du corps, le genre de vie, le mode de respiration, la structure et l'appareil circulatoire diffèrent considérablement dans ces deux espèces; mais les salamandres, les axolotls (*fig.* 122), les lépidosirens (*fig.* 123) et quelques autres animaux nous offrent des modes d'organisations intermédiaires à ces deux types et établissent des transitions si graduelles de l'un à l'autre, qu'il est quelquefois difficile de décider si tel animal doit être considéré comme un reptile ou comme un poisson. Ces passages d'une forme à une autre ne se rencontrent pas seulement lorsqu'on compare entre eux des animaux différents; elles s'observent souvent aussi chez le même animal aux divers degrés de son développement; les grenouilles, par exemple, offrent en naissant tous les caractères essentiels des poissons et

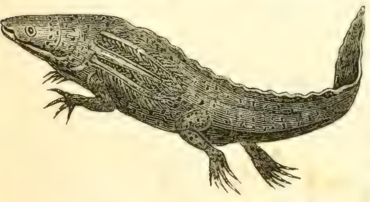


Fig. 122. *Axolotl.*

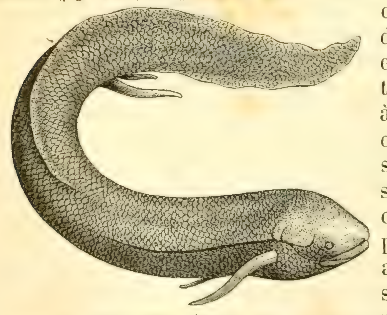


Fig. 123. *Lépidosiren.*

n'acquièrent que peu à peu le mode de conformation propre aux reptiles (*fig.* 124 à 128). Or, ces états transitoires du même individu

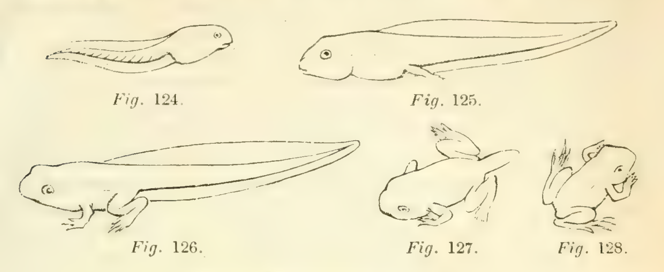


Fig. 124. *Fig.* 125. *Fig.* 126. *Fig.* 127. *Fig.* 128.

Fig. 124-128. *Métamorphoses de la grenouille.*

présentent souvent une grande ressemblance avec l'état qui est permanent pour d'autres espèces, et il en résulte que l'étude de ces transitions zoologiques ne conduit pas seulement à la connaissance d'une sorte de parenté entre des animaux de formes souvent très-dissemblables, mais offre un intérêt philosophique d'un ordre plus élevé, car elle semble pouvoir nous donner quelques indices de la marche suivie par l'auteur de toutes choses dans la création des produits si variés du règne animal.

§ 353. Cette tendance de la nature à ne changer que graduellement le plan des êtres qu'elle forme se montre quelquefois d'une manière si évidente chez les animaux qu'on n'a pu la méconnaître; souvent, en effet, un grand nombre de ceux-ci constituent une sorte de série ou de chaîne non interrompue dans laquelle le mode de structure des diverses espèces se simplifie ou se complique et se modifie de diverses manières pour s'approprier à des besoins particuliers, mais dans laquelle des liens de ressemblance semblent unir chacune de ces espèces aux espèces voisines. Quelquefois, cependant, on rencontre une sorte de lacune dans cette série, et les connexions entre deux types sont interrompues. Cela se remarque, par exemple, lorsqu'on compare les oiseaux aux autres vertébrés, c'est-à-dire aux mammifères, aux reptiles et aux poissons; ils se trouvent en quelque sorte isolés et ne tiennent par des passages graduels à aucune autre classe du règne animal; mais, dans tous les cas, on retrouve quelques traces de formes intermédiaires, et, souvent, si l'*hiatus* est considérable, cela tient à la destruction de quelques-uns des chaînons intermédiaires plutôt qu'à leur absence dans le plan général de la création; pour s'en convaincre il suffit

de jeter les yeux sur plusieurs de ces fossiles, débris d'animaux qui ont depuis long-temps disparu de la surface du globe, mais qui demeurent comme pour servir de témoins de la constance des lois zoologiques.

Quelques naturalistes ont pensé que ces modifications graduelles de l'organisation s'étaient toujours opérées dans une même ligne et que, par conséquent, le règne animal tout entier ne formait qu'une seule série depuis la monade la plus simple jusqu'à l'homme. Ils ont même cherché à construire une sorte de chaîne ou d'*échelle zoologique* dans laquelle chaque être serait placé à raison de ses affinités organiques et du degré de perfection apporté dans sa structure; mais cette tentative a été vaine, car la série des animaux n'est pas unique; ces êtres semblent constituer un grand nombre de séries qui tantôt marchent parallèlement, tantôt divergent et s'élèvent à des hauteurs différentes. Il est même impossible de les ranger sur une seule ligne d'après les degrés relatifs de complication et de perfection introduits par la nature dans leur structure, car ces perfectionnements portent tantôt sur un organe, tantôt sur un autre, et telle espèce qui serait au-dessus de telle autre sous le rapport des fonctions de nutrition, par exemple, pourrait lui être très-inférieure par ses instruments de locomotion. Lorsqu'on s'élève dans le règne animal, depuis l'éponge ou la monade jusqu'à l'homme, on remarque, il est vrai, une complication progressive, et il est facile de s'apercevoir que les mollusques sont supérieurs aux zoophytes dont il vient d'être question, que les poissons sont à leur tour plus élevés en organisation que les mollusques, que les reptiles l'emportent sur les poissons, les oiseaux sur les reptiles, et que tous ces êtres sont moins richement dotés que les mammifères; cependant cette gradation n'existe réellement qu'entre les animaux que l'on peut considérer comme étant les types de chacun de ces groupes, et il arrive souvent que certaines espèces d'un groupe inférieur possèdent seulement une structure et des facultés plus parfaites que les espèces les plus dégradées d'un groupe dont les principaux représentants possèdent une organisation bien plus riche que celle de tous les premiers. Ainsi il est des poissons, certaines lamproies, par exemple, qui sont, à bien des égards, inférieurs à des mollusques tels que les poulpes, mais ce sont en quelque sorte des exceptions, et, lorsqu'on trace à grands traits l'esquisse du vaste tableau de la nature, il est permis de les négliger de même qu'on néglige les petites inégalités du sol lorsqu'on cherche à apercevoir d'un seul coup d'œil la configuration générale d'une chaîne de montagnes. Des obstacles plus

sérieux qui s'opposent à ce rangement linéaire des animaux naissent de la diversité des routes suivies par la nature dans sa marche ascendante et de sa tendance à perfectionner graduellement chacun des types qu'elle a produits ; ainsi les insectes ne peuvent être placés ni avant ni après les mollusques sans violer quelques-unes des affinités zoologiques les plus évidentes, et si l'on voulait représenter par une figure l'enchaînement naturel des animaux et les divers degrés de perfections que l'on aperçoit dans leur structure, ce n'est pas à une échelle qu'il faudrait comparer le règne animal, mais plutôt à un fleuve qui, faible à sa source, grossit peu à peu en s'avançant vers la mer, mais ne roule pas toutes ses eaux dans un même lit, se divise souvent en branches plus ou moins nombreuses qui tantôt se réunissent après un trajet plus ou moins long, tantôt restent désormais séparées, et qui, d'autres fois, se perdent même dans les sables et disparaissent pour toujours ou surgissent de nouveau à quelque distance pour continuer leur route vers le but commun.

§ 354. **Affinités naturelles et analogies de structure.** — C'est aussi par suite de la tendance de la nature à la conservation d'un même plan général au milieu de modifications nombreuses introduites dans la structure des animaux que s'établit l'espèce de parenté qui rapproche souvent plusieurs de ces êtres, et qui constitue ce que les zoologistes désignent sous le nom d'*affinités naturelles*. Ces affinités seront d'autant plus intimes que les particularités de structure propres à chaque animal portent sur des parties d'une moindre importance physiologique, et entraînent moins de changements dans le plan général de l'organisation. Le lion, le tigre et le chat, par exemple, sont des animaux ayant entre eux la plus grande affinité, parce que, sauf quelques détails secondaires, ils sont conformés de la même manière ; les affinités qui existent entre le lion et le chien sont encore assez grandes, parce que de l'un à l'autre le plan général de l'économie n'a subi que des changements légers ; mais les affinités naturelles qui existent entre le lion et le requin sont extrêmement faibles ; la structure de ces deux animaux étant différente dans tous les points, excepté dans la disposition générale des parties qui caractérise le type des vertébrés ; enfin, l'affinité est, pour ainsi dire, nulle entre un poisson et une huître, parce que ces deux êtres sont conformés d'après des plans essentiellement distincts.

§ 355. Mais ces ressemblances fondamentales plus ou moins intimes ne sont pas les seules qui se remarquent parmi les animaux, et il arrive souvent de rencontrer chez des êtres appartenant à

des types distincts des modifications du même ordre. Ce genre de ressemblance qui ne porte pas sur le fond des choses, mais qui tient seulement à la manière dont certains organes sont appropriés aux besoins de l'animal, est ordinairement désigné sous le nom d'*analogie*, et ne doit pas être confondu avec l'affinité naturelle; les affinités tiennent à l'identité plus ou moins complète du type, les analogies à la ressemblance dans les détails. Ainsi, la chauve-souris (*fig*. 89), le ptérodactyle et le dactyloptère (*fig*. 87), sont des animaux qui n'ont presque aucune affinité zoologique, puisque l'un appartient au type propre aux mammifères, le second au type des reptiles et le troisième à celui des poissons; mais ils ont entre eux des analogies remarquables, car ils ont tous été conformés pour le vol et pourvus, à cet effet, d'ailes membraneuses soutenues par des espèces de doigts. Des analogies frappantes peuvent se rencontrer chez des animaux appartenant à des types tout à fait dissemblables, et en comparant entre eux les divers groupes zoologiques, on croit même apercevoir une tendance de la nature à faire passer chaque type par une série de modifications analogues. C'est ainsi que, parmi les insectes, les arachnides et les crustacés, on voit le plan général d'organisation propre à chacune de ces classes se modifier de la même manière, suivant que l'animal doit se nourrir d'aliments solides ou vivre comme parasite en suçant les humeurs d'un autre être.

§ 356. **Harmonies organiques**. — Au milieu des variations sans nombre de forme et de structure que nous offrent les animaux, on découvre donc une certaine harmonie générale qui semble régir toutes les parties de cette vaste création, et si l'on restreint davantage le champ de l'observation pour s'occuper, non de l'ensemble du règne animal, mais de l'ensemble des parties dont chaque être est à son tour composé, on aperçoit d'une manière encore plus évidente les indices d'un principe de coordination. En effet, le corps d'un animal n'est jamais un assemblage d'organes disparates réunis comme au hasard ; toutes ses parties sont dans une dépendance mutuelle plus ou moins intime, et il règne un accord constant entre la conformation particulière de chacun de ces instruments et l'ensemble de l'organisation. Ces harmonies de structure sont quelquefois si faciles à découvrir que les zoologistes peuvent, dans certains cas, par la connaissance d'un seul organe deviner la structure du reste du corps, et déduire comme des conséquences nécessaires, de telle ou telle particularité de structure, l'histoire presque entière de l'animal. Ainsi, par la seule inspection de la dent représentée dans la figure ci-jointe, nous pouvons dire que

l'animal à qui elle a appartenu devait avoir une charpente osseuse destinée à porter cet organe et à soutenir aussi toutes les parties du corps ; il avait donc un squelette, or cette charpente interne n'existe jamais sans qu'elle ait à protéger un axe cérébro-spinal ; l'animal, par cela seul qu'il avait cette dent, avait donc nécessairement un cerveau, un cervelet, une moelle épinière et des nerfs nombreux ; et ce cerveau et ces nerfs supposent à leur tour l'existence d'organes du sens servant à établir des rapports entre l'animal et le monde extérieur ; par le mode de structure de cette dent, on peut affirmer qu'elle appartenait à un animal pourvu d'un appareil circulatoire très-complet et dont les os se développent de façon à constituer autour des germes dentaires une loge profonde, caractère qui ne se voit que chez certains quadrupèdes ; on peut même affirmer que ce quadrupède était un mammifère ; par la forme de cette même dent, on voit encore qu'elle est destinée à couper de la chair ; elle appartenait donc à un quadrupède carnassier ; mais, pour digérer la chair dont il se nourrissait, ce carnassier devait avoir un estomac et des intestins conformés d'une certaine manière, et, pour s'emparer de sa proie, il lui fallait des organes de locomotion et de préhension ; en poursuivant ce raisonnement on arrive, de déduction en déduction, à déterminer tous les caractères les plus saillants de l'animal, et les relations qui existent entre les diverses parties de l'économie animale sont si fixes que, même dans les cas où la raison de ces rapports nous est inconnue, nous pouvons souvent être certains qu'ils ne manqueront jamais, et nous en servir d'une manière en quelque sorte empirique pour compléter l'histoire de l'être qu'on étudie. C'est de la sorte que l'on voit souvent se traduire pour ainsi dire au moyen de signes externes le mode de structure des organes les plus cachés, et c'est de la sorte aussi que, par l'étude des débris d'ossements enfouis dans les diverses couches du globe, on est arrivé à connaître le mode de conformation d'une foule d'animaux dont la destruction complète a précédé de long-temps l'existence de l'homme sur la terre. Cuvier est le premier qui soit parvenu ainsi à reconstituer les animaux perdus, et c'est là un des plus beaux titres de gloire de ce naturaliste éminent.



Fig. 129. *Dent carnassière du lion.*

§ 357. Lorsqu'on étudie cette harmonie organique qui règne dans la structure de chaque animal, on ne tarde pas à se convaincre de l'existence d'une autre loi non moins importante à connaître : celle de la *subordination des caractères*. En effet, on voit que l'impor-

tance des diverses parties de l'économie n'est pas la même; que certains organes peuvent présenter des différences nombreuses sans que ces modifications soient accompagnées d'aucun changement dans le reste du corps, tandis qu'il est au contraire quelques organes dont les modifications sont toujours suivies de changements correspondants dans le plan général de l'animal et semblent entraîner ou commander ces changements. Ces *organes dominateurs* sont toujours ceux dont le rôle physiologique est le plus important, et plus leur influence est considérable sur l'ensemble et l'organisation, plus aussi ils offrent de constance dans leur structure; l'anatomiste peut donc mesurer en quelque sorte l'importance d'un organe dans telle ou telle classe d'animaux par la fixité ou la mobilité de ses caractères, et c'est par le degré d'importance physiologique des organes que le zoologiste, à son tour, devra être guidé dans le choix des parties dont les variations pourront l'éclairer sur les modifications apportées par la nature dans le plan général des êtres.

§ 358. Si les limites étroites de cet ouvrage ne nous imposaient l'obligation d'être bref, nous aurions aimé à entrer dans plus de détails sur la nature des différences et des ressemblances que les animaux ont entre eux, car nous aurions eu à signaler encore d'autres principes qui semblent concourir à régler cette portion du grand œuvre de la création; nous aurions pu montrer, par exemple, comment la *tendance à la répétition* influe sur la constitution des animaux et amène la formation d'un nombre plus ou moins considérable de parties similaires ou *homologues* dans le corps de chacun de ces êtres; comment le *principe des connexions* règle d'ordinaire la place occupée par chaque organe dans l'ensemble de la machine animale et permet souvent de prévoir comment celle-ci pourra se simplifier ou s'accroître; comment la *tendance au balancement organique* paraît entraîner d'ordinaire un état d'imperfection plus ou moins grande dans certaines parties de l'économie lorsque d'autres parties acquièrent un grand développement, comme si la force vitale de l'animal ne pouvait suffire à un travail extraordinaire dans un point de l'organisation, sans se retirer en quelque sorte des autres parties du corps afin de concentrer ses efforts sur un seul objet. Ces considérations, pour lesquelles nous aurions à puiser largement dans les écrits d'un célèbre naturaliste, M. Geoffroy Saint-Hilaire, ne seraient dépourvues ni d'utilité ni d'intérêt, mais l'espace nous manque pour nous en occuper ici, et ce que nous avons déjà dit à ce sujet nous paraît devoir suffire pour montrer que la nature procède toujours dans ses créations avec *règle* et *mesure;* que le règne animal, loin d'être un assemblage confus d'êtres disparates, comme

on pourrait le croire au premier abord, se déroule aux yeux de l'observateur attentif comme un vaste tableau où tout s'enchaîne et s'harmonise; enfin que les lois zoologiques dont il nous a été donné d'entrevoir l'existence sont aussi simples que générales.

CLASSIFICATIONS ZOOLOGIQUES.

§ 359. **Objet et nature des classifications zoologiques.** — Toutes les fois que l'homme fixe son attention sur des objets variés, il est naturellement porté à les grouper dans son esprit et à représenter les divers groupes ainsi formés par un nom ou un signe particulier. Cette tendance à la *classification* est une des qualités les plus remarquables de notre intelligence et concourt puissamment à en faciliter les opérations; elle nous permet de nous élever de l'observation des cas particuliers aux considérations générales, de saisir avec promptitude les rapports des choses entre elles et de nous en former des idées abstraites. Aussi se révèle-t-elle dès que nos facultés commencent à s'exercer et son influence se fait sentir dans tous les travaux de notre esprit. L'enfant, qui apprend à la fois à penser et à parler, obéit à cette tendance, en quelque sorte instructive, lorsqu'il bégaye le même nom pour désigner son père et tous les autres hommes qu'il aperçoit et qu'il ne confond cependant pas avec le premier; le langage le plus vulgaire consacre la moitié de ses expressions pour représenter des groupes d'idées ou de choses résultant de leur classification dans notre esprit, et cette disposition à *classer* est non moins évidente dans les opérations les plus élevées de notre intelligence, car c'est sur le classement des faits aussi bien que sur leur observation que reposent les sciences morales et physiques.

Ce besoin de réunir dans notre esprit les choses semblables à certains égards et de donner à chacun des groupes ainsi formés un représentant idéal, est en quelque sorte l'origine de toute espèce de classification et se manifeste dans toutes nos études, mais n'est jamais plus impérieux que lorsqu'on cherche à connaître le monde matériel dont l'homme lui-même fait partie. Effectivement la nécessité de ces rapprochements et de ces abstractions est d'autant plus grande que les objets à considérer sont plus multipliés; et le nombre des corps dont nous sommes environnés est si considérable que l'imagination même s'en effraie, et qu'il faudrait des siècles d'efforts à celui qui voudrait en acquérir la connaissance indivi-

duelle. Pour se former une idée de ces corps, le naturaliste est donc obligé de les grouper et de se représenter chacun de ces groupes par un type abstrait. C'est du reste ce que nous faisons tous lorsque nous parlons de l'homme en général, du cheval ou du chêne; nous réunissons par la pensée un nombre immense d'êtres qui ne sont pas identiques, mais qui se ressemblent plus ou moins, et, faisant abstraction des différences individuelles, nous donnons à chacun de ces groupes un représentant et à ce représentant un nom particulier, tel que le mot *chêne* ou le mot *cheval*. Mais ce premier pas vers la classification des êtres ne suffit pas même aux esprits les plus vulgaires, et, dès que l'homme observe ce qui l'entoure, il rassemble aussi sous un type commun des êtres qui diffèrent davantage entre eux, mais qui offrent en commun des caractères dont il est frappé; ainsi, chez tous les peuples, on se représente par le mot *oiseau* ou par un terme équivalent, une classe nombreuse d'êtres divers, et on désigne par un nom particulier, tel que les mots *animal* ou *plante,* des assemblages encore plus nombreux et plus hétérogènes.

Ainsi, a raison de la tendance de notre esprit à généraliser nos idées, nous avons été conduits à établir parmi les corps naturels des groupes plus ou moins vastes, et à désigner chacun de ces groupes par un nom spécial. C'est de la sorte que dès la plus haute antiquité on a divisé ces corps en trois règnes, sous les noms de *minéraux*, de *végétaux* et d'*animaux*, qu'on a parlé d'une manière générale de poissons, de reptiles, etc., et qu'on a désigné chaque espèce connue par un nom propre.

§ 360. Pendant long-temps les naturalistes ne poussèrent pas plus loin l'art des classifications; mais, lorsque le domaine des sciences s'est étendu, on a senti la nécessité de donner à chacun des noms employés de la sorte une définition précise. En effet, pouvoir distinguer les objets que l'on étudie et pouvoir les faire reconnaître avec certitude aux autres est une condition sans laquelle les connaissances acquises ne sauraient se transmettre, et sans laquelle il n'y aurait point de science. Or, pour y arriver il ne suffit pas de donner à chaque objet que l'on considère un nom particulier, il faut aussi donner à chacun de ces noms une définition telle qu'on puisse toujours en connaître la valeur et en faire la juste application. Aussi, pour écrire l'histoire des animaux, il est nécessaire non-seulement d'en dresser un grand catalogue dans lequel tous ces êtres portent des noms convenus, mais aussi d'indiquer pour chacun d'eux les caractères propres à les faire reconnaître.

Ces caractères doivent être choisis de façon à être toujours applicables : il faut donc que les animaux les portent avec eux. Des

propriétés ou des habitudes dont l'exercice ne serait que momentané ne sauraient remplir cette condition, et il est évident que c'est dans la conformation même de ces êtres qu'il faut chercher les traits les plus propres à les faire reconnaître partout où on les rencontre.

Mais il n'est aucun animal qui puisse être reconnu par un seul des traits de sa conformation ; les caractères qui le distinguent des uns lui sont communs avec d'autres, et c'est seulement par la réunion de plusieurs de ces caractères, dont l'ensemble n'existe pas de même ailleurs, qu'il diffère de tous les autres animaux. Plus les objets qu'il importe de reconnaître sont nombreux, plus il faut accumuler de caractères ; et, comme le nombre des animaux est immense, il en résulte que, pour distinguer un de ces êtres pris isolément, il faut presque se rappeler sa description complète.

Or, il n'est point de mémoire assez forte pour suffire à de pareils efforts ; et si l'on ne possédait les moyens d'arriver au même but par une route plus facile, l'étude de l'histoire naturelle resterait éternellement dans l'enfance. Mais en établissant parmi les animaux des divisions et des subdivisions successives, qui elles-mêmes sont *nommées* et *caractérisées*, une grande partie de ces difficultés disparaissent ; car, à l'aide d'un petit nombre de traits et de noms, on arrive à circonscrire à un tel degré le champ de la comparaison que, pour reconnaître l'objet dont on s'occupe, on n'a enfin qu'à le distinguer de ceux dont il diffère à peine.

Telle est effectivement la marche adoptée par les naturalistes. On divise d'abord le règne animal en un certain nombre de groupes de premier degré, caractérisés chacun par certaines particularités de structure ; puis on subdivise chacun de ces groupes, et on caractérise de la même manière les groupes secondaires ainsi formés ; ces derniers sont à leur tour divisés de nouveau, et on multiplie ces sections successivement suivant les besoins, jusqu'à ce qu'on arrive enfin à ne laisser dans le même groupe que les divers individus d'une même espèce.

C'est cet échafaudage de divisions, dont les supérieures contiennent les inférieures, qui constitue ce que les naturalistes appellent une *classification*. C'est une espèce de catalogue raisonné, dans lequel tous ces êtres sont rangés d'après un certain ordre, et réunis en groupes reconnaissables à des caractères déterminés, et rassemblés à leur tour en d'autres groupes d'un rang plus élevé.

§ 361. L'utilité pratique de ces classifications est facile à saisir. Si le porteur d'une lettre n'avait pour se diriger dans la recherche de la personne à qui elle est destinée que le signalement de celle-ci, sa tâche serait probablement presque interminable : mais si

l'adresse de cette lettre lui indique d'abord le pays, puis successivement la province, la ville, le quartier, la rue, la maison, et enfin l'étage que cette personne habite, il saura facilement s'acquitter de sa mission. Or, il en est de même pour le naturaliste ; s'il voulait reconnaître un animal en y comparant successivement la description de tous les animaux déjà connus, il aurait à exécuter un travail long et pénible, tandis qu'en s'aidant des classifications zoologiques, il arrivera promptement au but, car il lui suffira de déterminer d'abord à quelle grande division du règne animal appartient l'espèce dont il veut déterminer le nom, puis à quel groupe secondaire, à quelle subdivision de ce groupe, et ainsi de suite, en restreignant de plus en plus à chaque épreuve le champ de la comparaison. Si, par exemple, il voulait, sans se servir de moyens semblables, définir le mot *lièvre*, il lui faudrait faire une longue énumération de caractères, et pour appliquer cette définition il aurait à comparer la description ainsi tracée à celle de plus de cent mille animaux différents ; mais si l'on dit que le *lièvre* est un animal *vertébré*, de la classe des *mammifères*, de l'ordre des *rongeurs*, du genre *lepus*, on saura, par le premier de ces mots, dont la définition est connue, que ce ne peut être ni un insecte, ni un mollusque, ni aucun autre animal sans squelette intérieur ; par le second, on exclura de la comparaison tous les poissons, tous les reptiles et tous les oiseaux ; par le troisième, on distinguera de suite le lièvre des neuf dixièmes des mammifères, et lorsqu'on aura déterminé de la même manière le genre auquel il appartient, on n'aura plus qu'à le comparer à un très-petit nombre d'animaux dont il ne diffère que par quelques traits plus ou moins saillants ; pour le faire distinguer avec certitude, il suffira donc de quelques lignes. Il existe ici la même différence que celle qu'il y aurait à chercher tel ou tel soldat dans une armée, dont tous les rangs seraient mêlés, ou dans une armée bien ordonnée dont chaque division, chaque brigade, chaque régiment, chaque bataillon et chaque compagnie aurait une place déterminée, et porterait avec lui des signes distinctifs.

§ 362. **Classifications artificielles et naturelles.** — Les classifications zoologiques (et nous pourrions même dire les classifications en général) sont de deux espèces : les unes arbitraires, les autres fondées sur la nature des objets classés et les degrés de ressemblance que ceux-ci offrent entre eux. Les premières sont nommées *classifications artificielles ;* les secondes, *classifications naturelles.*

Pour donner une idée nette de ces deux genres de classifications, il nous suffira d'un exemple familier à tous nos lecteurs. Les mots d'une langue sont classés artificiellement lorsque, dans un diction-

naire, on les range alphabétiquement, d'après les premières lettres dont chacun d'eux se compose; ces mêmes mots sont au contraire distribués d'après une méthode naturelle, lorsque dans une grammaire on les divise en substantifs, verbes, adjectifs, etc.

Dans les *classifications artificielles* des animaux, on fonde les divisions sur les modifications que présentent certaines parties du corps choisies arbitrairement; dans les *classifications naturelles*, au contraire, on prend en considération l'ensemble de l'organisation de chacun de ces êtres, et on les rapproche ou on les éloigne suivant les degrés de ressemblance qu'ils ont entre eux.

§ 363. Les premières de ces classifications, que l'on nomme aussi des *systèmes artificiels*, sont, en général, dans la pratique, d'une application facile; mais souvent elles ne font rien connaître d'important, si ce n'est le nom des objets. Supposons, par exemple, que l'on prenne pour base de la classification des animaux le nombre des membres dont leur corps est pourvu, on placera dans la division des quadrupèdes les bœufs, les grenouilles, les lézards, etc., tandis qu'on séparera ces derniers des serpents et de quelques autres reptiles ayant avec eux la plus grande analogie, mais auxquels l'une des paires de membres manque; certes, on parviendra ainsi à distingüer ces animaux; mais les différents pas que l'on aura faits successivement pour y parvenir n'auront presque rien appris sur leur nature; jusqu'au dernier moment on aura à comparer les choses les plus disparates, et on ne pourra s'élever à des considérations générales dignes de quelque intérêt.

§ 364. Les secondes de ces classifications, ou les *méthodes naturelles*, sont destinées à être, en quelque sorte, le tableau synoptique de toutes les modifications que la nature a introduites dans l'organisation des animaux. Dans ces méthodes, les diverses divisions et subdivisions sont fondées sur l'ensemble des caractères fournis par chaque animal, rangés d'après leur degré d'importance respective; et les êtres dont un groupe se compose se ressemblent par des points d'autant plus multipliés, que ce groupe lui-même est d'un rang moins élevé dans la hiérarchie des classifications; aussi, en connaissant la place qu'un animal quelconque y occupe, connaît-on les traits les plus remarquables de son organisation et la manière dont ses principales fonctions s'exécutent.

§ 365. Les règles à suivre pour arriver à une classification naturelle du règne animal sont d'une simplicité très-grande, mais présentent souvent dans l'application des difficultés extrêmes.

En effet, ces règles peuvent se réduire à deux; car le but que le zoologiste se propose en établissant une pareille classification est :

1° De ranger les animaux en séries naturelles d'après le degré de leurs *affinités respectives,* c'est-à-dire de les distribuer de telle sorte que les espèces les plus semblables entre elles occupent les places les plus voisines et que leur éloignement soit en quelque sorte la mesure de leurs dissemblances.

2° De diviser et de subdiviser cette série d'après *le principe de la subordination des caractères*, c'est-à-dire en raison de l'importance des différences que les animaux offrent entre eux.

§ 366. Pour reconnaître les *affinités naturelles* ou l'espèce de parenté qui existe entre des animaux différents, il suffit quelquefois d'observer les formes extérieures de ces êtres, car ces formes sont souvent une sorte de traduction du mode d'organisation intérieure; ainsi, pour se convaincre de l'affinité qui existe entre le chat et le tigre, il n'est pas nécessaire d'étudier l'anatomie de ces animaux; mais, dans ce grand nombre de cas, on ne peut se prononcer sur des questions pareilles qu'après avoir constaté directement les caractères de cette structure, et quelquefois même on serait exposé à méconnaître les liens de cette espèce de parenté si l'on se contentait de l'examen des animaux arrivés au terme de leur croissance: car, dans certains cas, les ressemblances s'effacent par les progrès de l'âge. Ainsi, pendant long-temps, on avait ignoré les rapports qui existent entre les Lernées, animaux parasites, à formes bizarres (*fig.* 130), vivant sur les poissons, et les petits crustacés des eaux douces, connus des zoologistes sous le nom de Cyclopes (*fig.* 132), parce qu'à l'état adulte ils ne se ressemblent pas; mais depuis

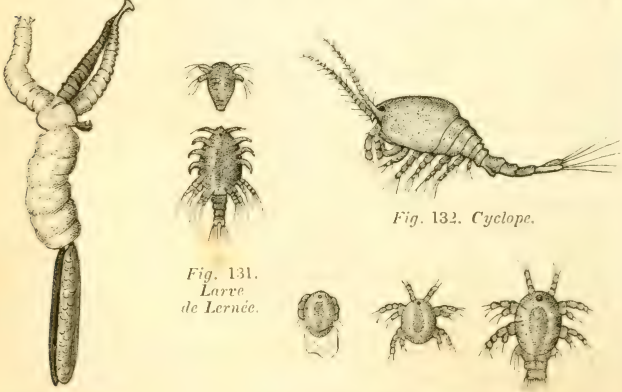


Fig. 130. *Lernée.*

Fig. 131. *Larve de Lernée.*

Fig. 132. *Cyclope.*

Fig. 133. *Larves de Cyclope.*

qu'on a étudié leur développement, on s'est assuré de leur parenté, car dans le jeune âge ils diffèrent si peu entre eux qu'il serait souvent difficile de les distinguer (*fig.* 131 et 133). Enfin, pour remplir la première des deux conditions signalées plus haut, il faut vaincre encore d'autres difficultés dépendant de la multiplicité des rapports de chaque animal avec les animaux qui l'environnent et de la diversité des transitions par lesquelles la nature passe d'un type à un autre; à raison de ces circonstances, il est même impossible de ranger les animaux en une seule série linéaire sans violer à chaque instant leurs affinités respectives, et on est obligé de les disposer sur plusieurs lignes marchant parallèlement ou s'embranchant les unes sur les autres.

§ 367. La seconde condition dans l'établissement d'une classification naturelle est un rapport exact entre les divisions successives du règne animal et l'importance des modifications de structure qui servent de base à ces coupes.

Les caractères qui distinguent les animaux entre eux sont loin d'avoir tous la même valeur : les uns, comme nous l'avons déjà dit (§ 357), ne semblent avoir que peu ou point d'importance physiologique, car on les voit varier sans que ces variations paraissent entraîner des différences dans le reste de l'économie; d'autres, au contraire, ne varient jamais sans que ces changements ne coïncident avec des modifications profondes dans l'ensemble de l'organisation; elles paraissent en quelque sorte commander ces modifications, et en général il est aisé de s'expliquer sur ce genre d'influence en considérant la fonction des organes dont ces caractères, dits *dominateurs*, sont tirés. Il en résulte que les divisions d'un rang très-inférieur dans le système des classifications pourront seules être établies sur des caractères subordonnés, et que les coupes supérieures devront être fondées sur la considération de caractères qui mériteront d'autant mieux le titre de *caractères dominateurs*, qu'ils servent de base à des groupes d'un rang plus élevé.

Pour arriver à une classification naturelle des animaux, il faut donc avant tout connaître la structure, les fonctions et le mode de développement de ces êtres; mais il faut aussi chercher à reconnaître les caractères dominateurs dans l'organisation de chacun d'eux et en apprécier la valeur relative. On y parvient quelquefois assez facilement, soit par des considérations physiologiques, soit par le secours de l'anatomie seulement. Ainsi, on a remarqué que les parties les moins sujettes à varier dans les divers animaux sont presque toujours celles qui ont le plus d'importance et qui en se modifiant entraînent le plus de changement dans les restes de l'or-

ganisation, tandis que les parties dont la structure est la plus variable ne remplissent que des rôles secondaires dans l'économie et n'influent que peu sur la conformation générale de l'être. Il en résulte que la fixité est un indice de domination organique, et que les caractères propres à faire distinguer entre eux les groupes très-nombreux sont en général aussi des traits d'une haute importance pour l'histoire des animaux, tandis que ceux qui varient d'un petit groupe à un autre sont ordinairement d'un médiocre intérêt. Dans la plupart des cas, on peut aussi juger jusqu'à un certain point de la valeur zoologique d'une modification de structure par la nature et le degré de développement des facultés dont l'organe ainsi modifié est l'instrument. Mais, dans d'autres cas, la détermination des caractères dominateurs offre des difficultés considérables, et l'analogie n'est pas toujours un guide sûr pour nous y faire arriver; car l'importance d'un organe peut varier considérablement d'un animal à un autre, et telle partie qui maîtrise en quelque sorte toute l'économie chez certaines espèces se trouve ailleurs déchue de son rang et réduite à un rôle secondaire

§ 368. Les zoologistes sont loin de connaître l'anatomie et la physiologie de tous les animaux; ils sont loin aussi d'être fixés sur l'importance relative d'un grand nombre de modifications de structures offertes par ces êtres. Il est donc évident que, dans l'état actuel de la science, ils ne peuvent posséder une classification parfaitement naturelle, et il ne faut pas s'étonner de voir les auteurs différer entre eux dans le choix des méthodes proposées pour la distribution de certaines parties du règne animal, ni de voir ces méthodes subir chaque jour des modifications. A mesure que nous arrivons à mieux connaître des objets que nous cherchons à classer d'après leur nature intime, nous arrivons aussi à mieux saisir leurs rapports mutuels, et à mieux apprécier les coupes qu'il convient d'établir pour représenter dans nos classifications les différences et les ressemblances que les animaux offrent entre eux. Cette classification devra nécessairement se perfectionner en même temps que nos connaissances sur l'organisation se compléteront, et son instabilité, loin d'être un défaut, est une conséquence nécessaire de sa perfectibilité.

§ 369. L'introduction des méthodes naturelles pour la classification des êtres vivants est l'un des services les plus grands que l'on ait rendus à l'histoire naturelle : elle a changé la face de cette science, et a donné un puissant intérêt à la partie de la botanique et de la zoologie qui jusqu'alors avait été la plus aride : aussi ne pouvons-nous omettre de citer les savants à qui l'on doit cette innovation heureuse.

Ce furent les plantes que l'on rangea d'abord en familles naturelles. Jusque-là on ne les classait que d'après le nombre de leurs étamines et de leurs pistils, ou d'après tout autre caractère, choisi arbitrairement et sans avoir égard à leurs analogies ; mais, vers le milieu du siècle dernier, un botaniste français, Bernard de Jussieu, eut l'heureuse idée de les distribuer d'après l'ensemble de leur organisation et de les répartir en groupes, d'après la considération de leurs caractères dominateurs ; et son neveu, Antoine-Laurent de Jussieu, appliquant cette idée à l'ensemble du règne végétal, créa la méthode naturelle, qui aujourd'hui est adoptée par tous les naturalistes.

Ce fut à une époque encore plus récente que les principes des méthodes naturelles ont été pris pour base de la classification des animaux, et c'est en majeure partie à Cuvier qu'appartient la gloire de cette application.

§ 370. **Mode de division du règne animal**. — Le règne animal ne se compose que d'*individus*, mais parmi ces individus il en est un certain nombre qui ont entre eux une ressemblance extrême et qui se reproduisent avec les mêmes caractères essentiels ; ces réunions d'individus conformés d'après le même type constituent ce que les naturalistes appellent des *espèces*. Ainsi les hommes, les chiens, les chevaux forment, pour le zoologiste, autant d'*espèces* distinctes.

Quelquefois une espèce diffère considérablement de toutes les autres ; mais, en général, il en existe un nombre plus ou moins considérable qui se ressemblent beaucoup et qui ne se distinguent que par des différences peu importantes : le cheval et l'âne, le chien et le loup sont dans ce cas. Dans les classifications naturelles, on réunit ces espèces voisines dans des groupes appelés *genres*, et on joint à leur nom spécifique un nom générique qui leur est commun : ainsi on dit LÉZARD *gris*, LÉZARD *piqueté*, LÉZARD *ocellé*, etc., pour désigner les différentes espèces du genre LÉZARD ; et OURS *brun*, OURS *jongleur*, OURS *blanc*, pour les divers animaux du genre OURS.

En général on remarque aussi que plusieurs genres ne diffèrent entre eux que par des caractères d'une médiocre valeur et offrent en commun des particularités de structure d'une importance plus grande, propres à les distinguer des genres voisins. Dans les classifications naturelles on réunit alors ces genres semblables en un même groupe que l'on appelle une *tribu* ou une *famille naturelle*.

Si l'on envisage ensuite la structure de ces êtres d'une manière plus générale, on ne tarde pas à remarquer dans plusieurs familles

les mêmes caractères dominateurs qui, malgré les différences plus ou moins considérables que ces groupes offrent entre eux, leur impriment un cachet commun. On arrive ainsi à former des divisions d'un rang plus élevé que l'on appelle des *ordres*, et à réunir à leur tour les ordres en groupes plus nombreux encore, nommés *classes*. Enfin les classes elles-mêmes se laissent répartir d'après les mêmes principes et constituent ainsi les *embranchements* ou divisions primaires du Règne animal.

§ 371. Ainsi le Règne animal se divise en embranchements, les embranchements en classes, les classes en ordres, les ordres en familles, les familles en genres et les genres en espèces; quelquefois même on est obligé de multiplier encore davantage ces coupes; mais les principes sont toujours les mêmes, et toujours les divers membres d'un groupe quelconque, soit d'un genre ou d'une famille, soit d'un ordre ou d'une classe, se ressemblent plus entre eux qu'ils ne ressemblent aux espèces d'un autre groupe du même rang, et les différences qui existent entre deux classes doivent être plus importantes que celles qui existent entre deux familles, comme les caractères des familles doivent être d'une valeur plus grande que les caractères des divers genres dont ces familles se composent. Ainsi ce sont les différences les plus grandes qui servent à l'établissement des embranchements, celles d'une importance un peu moins considérable qui constituent la base de la division de ces embranchements en classes, et ainsi de suite; les différences allant toujours en s'amoindrissant à mesure qu'on descend dans cet échafaudage de divisions et de subdivisions pour arriver à l'*espèce*, groupe formé, comme nous l'avons déjà dit, par l'assemblage de tous les individus conformés de la même manière et pouvant se mêler pour perpétuer leur race.

On voit donc que pour classer un animal il faut déterminer successivement l'embranchement, la classe, l'ordre, la famille, le genre et l'espèce auxquels il appartient, et que, par cette seule détermination, on obtiendra en même temps des notions précises sur tout ce que son organisation offre de plus important, puisque ce sont précisément ces particularités qui servent à caractériser les divisions successives. Or, nous le répétons, les fonctions et les mœurs d'un animal sont toujours dépendantes du mode de conformation de ses organes ou, du moins, en harmonie avec cette structure, et, par conséquent, on peut déduire aussi de cette connaissance celle de tous les points les plus importants de l'histoire de l'espèce soumise à nos investigations.

Telles sont les bases sur lesquelles reposent les classifications

zoologiques dites naturelles. Voyons maintenant quels ont été les résultats de l'application de ces principes à la distribution méthodique des animaux, et étudions les principaux groupes formés par ces êtres.

BASES DE LA DIVISION DU RÈGNE ANIMAL EN EMBRANCHEMENTS ET EN CLASSES.

§ 372. **Embranchements.** — Lorsqu'on examine l'ensemble du Règne animal on ne tarde pas à reconnaître quatre plans généraux de structure qui, modifiés de mille et mille manières, semblent avoir servi de guide pour la création des êtres animés. Ces quatre formes principales, qui dominent en quelque sorte les variations sans nombre introduites dans l'organisation des animaux, sont faciles à distinguer, et, pour fixer les idées à cet égard, nous indiquerons, comme pouvant les représenter, quatre animaux bien connus du vulgaire : le chien, l'écrevisse, le colimaçon et l'astérie ou étoile de mer (*fig.* 134).



Fig. 134. *Astérie.*

Pour que la classification zoologique soit une représentation fidèle des modifications plus ou moins importantes introduites dans la structure des animaux, il faut donc distribuer ces êtres en quatre groupes principaux ou embranchements, et c'est effectivement ce qui a été fait par Cuvier.

Le Règne animal se divise ainsi en *animaux vertébrés*, en *animaux annelés* ou *articulés*, en *mollusques* et en *zoophytes*.

§ 373. Les différences fondamentales qui distinguent entre eux ces quatre embranchements dépendent principalement du mode d'arrangement des diverses parties constituantes des corps et de la conformation du système nerveux. Ce sont là les deux caractères dominateurs de toute l'organisation des animaux, et leur importance est facile à comprendre.

En effet, ce qui caractérise essentiellement l'animalité c'est la faculté de sentir et la faculté de se mouvoir spontanément, et, comme nous l'avons déjà vu, c'est le système nerveux qui préside à ces fonctions. Nous avons vu aussi que les fonctions d'un organe sont toujours en relation avec sa structure; il est, par conséquent, évident que toute grande modification dans l'état du système nerveux doit nécessairement entraîner des différences correspondantes dans les facultés qui remplissent le premier rôle dans l'organisme des êtres animés. On pourrait donc prévoir que le mode de conformation de ce système influerait de la manière la plus puissante sur la nature de ces êtres et fournirait des caractères de première importance pour la division du Règne animal en groupes naturels; or, la justesse de ce raisonnement est confirmée par l'observation des faits.

La disposition générale ou le mode de réunion des diverses parties constituantes du corps se lie à des circonstances également importantes; car elle exerce une influence extrême sur la manière dont peut s'effectuer la localisation des fonctions et la division du travail physiologique; et nous avons déjà vu combien la perfection de l'organisation est subordonnée à ces deux causes modificatrices (§ 346, etc.).

Les quatre types principaux que nous venons de signaler sont tellement distincts, qu'aucun zoologiste ne peut les méconnaître, et il est en général facile de rapporter à l'un ou à l'autre d'entre eux les animaux que l'on examine; mais chez quelques-uns de ces êtres ce cachet est moins apparent, et chez d'autres l'organisation paraît en même temps tenir, à certains égards, de deux types différents. Il en résulte que les limites extrêmes des embranchements sont quelquefois assez difficiles à préciser, et que, dans

certains points de contact, ces groupes se lient entre eux comme des états voisins entre lesquels se trouvent quelques parcelles de terrain dont le droit de propriété est incertain et la possession disputée.

Il en résulte aussi qu'il est quelquefois également difficile de définir d'une manière rigoureuse ces groupes primaires ; mais, pour en donner une notion exacte, il suffira d'indiquer les caractères les plus saillants propres au type de chacun d'eux, et de noter que la réunion de ces caractères ne se rencontre pas toujours, que tantôt l'un tantôt l'autre s'effacent à mesure que l'on descend vers les limites de ces divisions.

En procédant de la sorte il nous suffira de quelques mots pour exposer les particularités d'organisation qui distinguent entre eux les animaux vertébrés, les animaux annelés, les mollusques et les zoophytes.

§ 374. Les Animaux vertébrés ressemblent à l'homme par les points les plus importants de leur structure : presque toutes les parties de leur corps sont paires et disposées symétriquement des deux côtés d'un plan médian longitudinal ; leur système nerveux est très-développé et se compose, outre les nerfs et les ganglions, d'un axe central occupant le côté dorsal du corps (*fig.* 135) et composé essentiellement d'un cerveau, d'un cervelet, d'un cordon rachidien ou moelle épinière (*fig.* 54). A ces caractères on peut ajouter que les

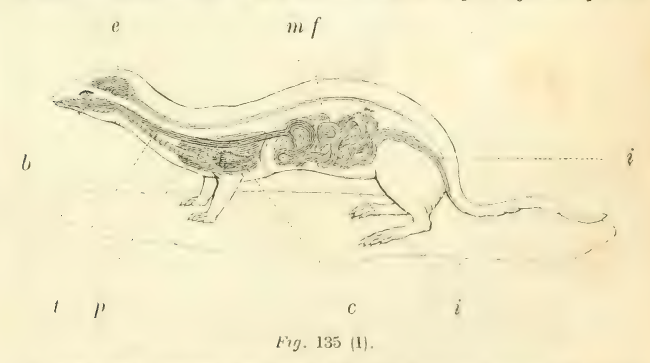


Fig. 135 (1).

(1) Cette figure théorique est destinée à indiquer la position relative des grands appareils organiques dans l'embranchement des animaux vertébrés et plus particulièrement dans la classe des mammifères : — *b* cavité buccale formant l'entrée du tube alimentaire, dont l'ouverture opposée se trouve à l'extrémité postérieure du corps ; — *i* intestin ; — *f* foie ; — *t* trachée-artère ; — *p* poumons ; — *c* cœur ; — *e* encéphale (cerveau, etc.) ; — *m* moelle épinière.

muscles principaux ont leurs points d'attache sur une charpente solide ou squelette intérieur (*fig.* 236), composée de pièces atta-



Fig. 136. *Squelette de l'Autruche.*

chées entre elles et disposée de façon à protéger les organes essentiels en même temps qu'elle fournit des bases et des leviers pour l'appareil de la locomotion; que la partie la plus importante de ce squelette constitue une gaîne pour l'axe cérébro-spinal et résulte de la réunion des pièces annulaires appelées vertèbres; que l'appareil de la circulation est très-complet et que le cœur offre au moins deux réservoirs distincts; que le sang est rouge; que les membres sont presque toujours au nombre de quatre, et que jamais il n'y en a davantage; enfin, qu'il existe pour la vue, l'ouïe, l'odorat et le goût, des organes distincts logés dans la tête. Nous avons déjà cité comme exemples de ce type organique l'homme et le chien; nous aurions pu également bien choisir un oiseau (*fig.* 136), un lézard ou un poisson.

§ 375. **Animaux annelés.** — Dans le second embranchement du Règne animal, on trouve un mode général de conformation tout autre. Le corps est encore symétrique et binaire comme chez les animaux vertébrés, mais il se compose d'une série de parties qui se répètent, de façon qu'on peut le diviser en un nombre considérable de tronçons homologues et plus ou moins semblables entre eux (*fig.* 139). Le système nerveux est médiocrement développé et se compose d'une double série de petits centres médullaires, nommés ganglions, et réunis en chaîne longitudinale de façon à occuper la majeure partie de la longueur du corps; la petite masse formée par les premiers ganglions de cette espèce de chapelet est logée dans la tête, et a été, pour cette raison, comparée au cerveau des vertébrés; mais on ne trouve rien qui ressemble à une moelle épinière, car le reste de la chaîne ganglionaire est situé à la face ventrale du corps, au-dessous du tube digestif (*fig.* 138), et les cordons nerveux qui l'unissent aux ganglions céphaliques embrassent l'œsophage à la manière d'un collier. Il est aussi à noter qu'ici le corps n'est plus soutenu que par un squelette intérieur, et les muscles s'attachent tous aux téguments extérieurs: mais ces téguments sont eux-mêmes modifiés de façon à tenir lieu d'une charpente intérieure, car ils acquièrent une dureté souvent très-considérable, et constituent une sorte d'étui ou de squelette extérieur, formé essentiellement d'anneaux placés en file, et plus ou moins mobiles les uns sur les autres. Il en résulte que, même extérieurement, ces animaux paraissent divisés en tronçons ou anneaux articulés à la suite les uns des autres, et

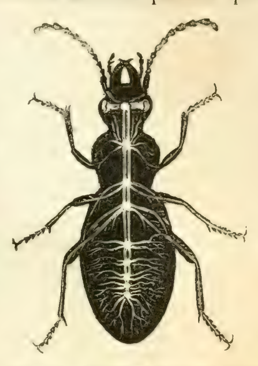


Fig. 137. *Système nerveux d'un insecte* (Carabe des jardins).

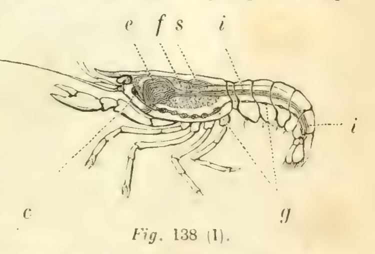


Fig. 138 (1).

(1) Coupe idéale du corps d'une écrevisse : — *e* estomac, au-dessous duquel se voient l'œsophage et la bouche ; — *i* intestin ; — *f* foie ; — *s* cœur ; — *c* ganglions nerveux céphaliques situés au-devant et au-dessus de l'œsophage ; — *g* ganglions nerveux thoraciques et abdominaux situés au-dessous du canal alimentaire

c'est pour rappeler cette disposition qu'on donne à ces êtres le nom d'animaux annelés ou d'animaux articulés. Il est aussi à noter que, dans cet embranchement, les membres sont en général très-nombreux ; les organes des sens sont moins nombreux et moins perfectionnés que chez les animaux vertébrés ; le sang est presque toujours blanc, et l'appareil de la circulation est très-incomplet ; enfin, il existe dans la structure de ces animaux une foule d'autres particularités dont nous aurons à nous occuper par la suite, et, nous ajouterons seulement ici que ce mode de conformation nous est offert par les scolopendres (*fig.* 139), les écrevisses, les crabes, les insectes, etc.

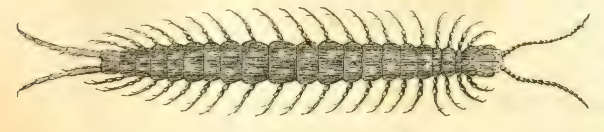


Fig. 139. *Scolopendre.*

§ 376. **Animaux mollusques.** — Les *mollusques* ont, comme les précédents, les principaux organes pairs et symétriques ; mais le corps, au lieu de se développer en longueur suivant une ligne droite, tend à affecter une disposition courbe ou spirale, de façon que la bouche et l'anus, par exemple, au lieu d'en occuper les deux extrémités, sont plus ou moins rapprochés. Le système nerveux se compose essentiellement de ganglions comme chez les animaux annelés, et ici encore une portion de ce système occupe le côté dorsal, en général, et l'autre portion est située sur le côté ventral du tube digestif, mais celle-ci ne constitue pas une longue chaîne médiane comme dans l'embranchement précédent.

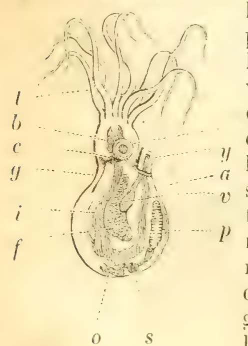


Fig. 140 (1).

Les mollusques diffèrent aussi des animaux vertébrés et annelés par l'absence de toute espèce de squelette articulé, soit intérieur, soit extérieur ; leur corps est mou et leur peau constitue une

(1) Coupe idéale du corps d'un mollusque céphalopode : — *t* bras ou tentacules qui entourent la tête ; — *b* bouche ; — *i* canal alimentaire ; — *a* anus ; — *f* foie ; — *c* et *g* ganglions nerveux ; — *p* branchies ; — *s* cœur ; — *o* appareil reproducteur ; — *v* vésicule de l'encre ; — *y* yeux.

enveloppe flexible et contractile; elle se recouvre souvent de plaques cornées ou calcaires nommées *coquilles* (*fig.* 141), et en développe quelquefois dans son épaisseur; mais elle ne constitue jamais une

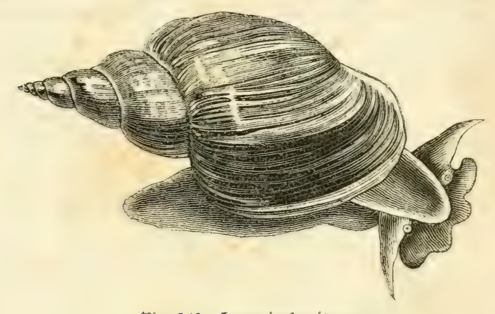


Fig. 141. *Lymnée des étangs.*

suite d'anneaux mobiles analogues à ceux des animaux annelés. Ajoutons que dans cet embranchement les organes des sens sont presque toujours très-incomplets; il n'existe jamais d'organe spé-

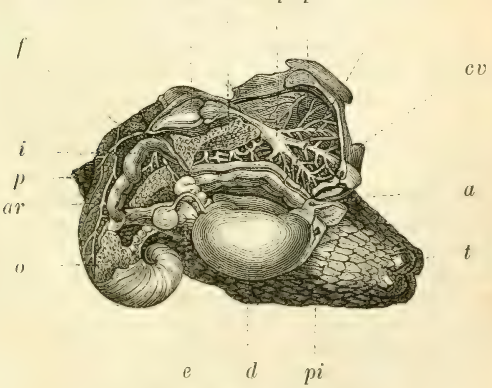


Fig. 142. *Anatomie du colimaçon* (1).

(1) *pi* pied; — *t* tentacules à moitié contractés; — *d* espèce de diaphragme qui sépare la cavité respiratoire des autres viscères; — *e* portion de l'estomac; — *f* foie; — *o* ovaire; — *i* intestins; — *r* rectum; — *a* anus; — *c* cœur (le péricarde étant ouvert); — *ap* artère pulmonaire se ramifiant sur les parois de la cavité pulmonaire (*p*); — *v* glande sécréteur de la viscosité; — *cv* son canal excréteur allant s'ouvrir près de l'anus.

cial pour l'odorat; on ne découvre que rarement un appareil d'ouïe, et dans un grand nombre de ces animaux il n'y a point d'yeux; il n'y a presque jamais de membres pour la locomotion; enfin, le sang est blanc comme chez la plupart des annelés, mais l'appareil de la circulation est beaucoup plus complet.

§ 377. **Zoophytes**. — Enfin dans le quatrième et dernier embranchement, celui des zoophytes, les diverses parties du corps, au lieu de se grouper symétriquement par rapport à un plan médian, tendent à se ranger autour d'un point central ou d'une ligne verticale, de façon à affecter une disposition radiaire plus ou moins complète. Quant au système nerveux, on n'en aperçoit le plus souvent aucune trace; et lorsqu'il existe il est réduit à un état rudimentaire; les organes des sens manquent aussi presque complétement; enfin toutes les parties de l'économie deviennent d'une simplicité extrême, et par leurs formes aussi bien que par leur manière de vibrer. La plupart de ces animaux offrent au premier abord une ressemblance si grande avec les plantes, que pendant long-temps on en a méconnu la véritable nature, et on les a considérés comme appartenant au règne végétal; c'est à raison de cette ressemblance qu'on les appelle des *zoophytes* ou *animaux-plantes;* et c'est à cause de la disposition radiaire souvent si manifeste dans leurs organes qu'on les désigne aussi quelquefois sous le nom d'*animaux rayonnés*.

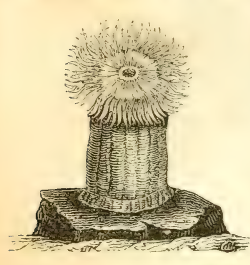


Fig. 143. *Actinie.*

Les polypes, dont nous avons déjà eu l'occasion de parler (§ 347), les actinies ou anémones de mer (*fig*. 143) et les astéries ou étoiles de mer (*fig*. 134) peuvent donner une idée de l'ensemble de cette division (1).

§ 378. **Division des embranchements en classes**. — Les divers animaux réunis dans chacun des embranchements ou groupes primaires dont nous venons de parler, se ressemblent donc entre eux par le plan général de leur organisation, et offrent en commun

(1) Quelques zoologistes ont cru devoir admettre une cinquième division primaire du règne animal comprenant les éponges, et caractérisée par l'absence de toute forme régulière; mais cette classification ne nous paraît pas devoir être adoptée, car les êtres bizarres rangés dans cet embranchement des *amorphozoaires* offrent dans le jeune âge les mêmes caractères que la plupart des polypes, seulement leur développement organique s'arrête à un degré qui n'est que transitoire pour ces zoophytes, et ils se déforment en grandissant. En tenant compte de leur mode de développement, on peut donc les rapporter au type des zoophytes.

un grand nombre de caractères saillants; mais ils sont loin d'être semblables sous une multitude d'autres rapports, et ils diffèrent souvent les uns des autres par la manière dont s'exécutent plusieurs des fonctions les plus importantes de l'organisme. Il faut, par conséquent, les diviser de nouveau en groupes secondaires et établir ces subdivisions d'après les grandes modifications qui s'observent dans leur structure.

§ 379. Ainsi, parmi les animaux vertébrés, les uns naissent vivants et sont pourvus de mamelles pour allaiter leurs petits, les autres sortent d'un œuf où ils trouvaient des matières nutritives et sont privés d'organes de lactation; les uns respirent dans l'air, les autres dans l'eau; les uns ont une circulation complète, les autres n'envoient dans l'appareil respiratoire qu'une portion du sang rendu impropre à l'entretien de la vie par son action sur les tissus et mêlent le reste de ce liquide au sang artériel destiné à nourrir leurs organes; les uns ont le sang chaud, les autres produisent à peine de la chaleur; enfin, les uns sont conformés pour s'élever dans l'air, d'autres pour vivre sur la terre, et d'autres encore pour nager au sein des eaux. Ces différences sont d'une haute importance physiologique et coïncident entre elles de façon à caractériser dans cet embranchement quatre types secondaires. Il en résulte que, pour classer les animaux vertébrés suivant les principes des méthodes naturelles, il faut les diviser en quatre classes : savoir, les *mammifères*, les *oiseaux*, les *reptiles*, les *poissons*.

§ 380. Dans l'embranchement des animaux annelés on observe des modifications de structure non moins remarquables. Tantôt, comme dans le talitre (*fig.* 144), il existe des membres articulés servant comme leviers dans l'appareil de la locomotion, et la portion céphalique du système ganglionaire acquiert une importance considérable; tantôt, au contraire, dans la sangsue, par exemple, il n'y a point de membres articulés, les ganglions nerveux sont peu développés, et il existe entre tous ces petits centres médullaires une uniformité très-grande de structure et de fonctions. On peut donc subdiviser cet embranchement en deux groupes secondaires, formés l'un par les *animaux articulés proprement dits*, l'autre par les *vers*; mais cette classification ne suffit pas pour représenter

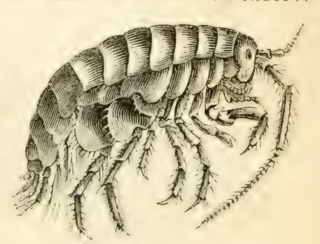


Fig. 144. *Talitre.*

toutes les grandes différences faciles à constater dans la nature de ces êtres.

En effet, parmi les animaux articulés proprement dits, se trouvent les *insectes*, qui reçoivent l'air dans toutes les parties de l'économie au moyen de trachées; qui ont le corps divisé en trois parties dissemblables, la tête, le thorax et l'abdomen; qui ont toujours trois paires de pattes et qui sont presque toujours pourvus d'ailes; les *myriapodes* (*fig.* 139), qui ressemblent aux insectes par leur mode de respiration et qui ont aussi une tête distincte, mais qui n'ont pas le tronc divisé en thorax et abdomen; qui ont de 24 à 60 paires de pattes, ou même davantage, et qui ne portent jamais d'ailes; les *arachnides* (*fig.* 146), qui n'ont plus de tête distincte du thorax,

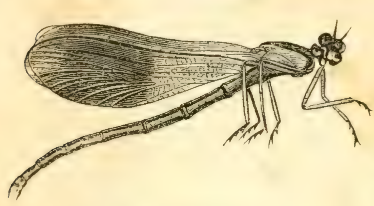


Fig. 145. *Agrion.*

Fig. 146. *Araignée domestique.*

qui ont toujours quatre paires de pattes seulement, et qui respirent l'air comme tous les précédents, mais qui ne possèdent pas toujours des trachées et reçoivent alors ce fluide dans des poches pulmonaires; les *crustacés* (*fig.* 147), qui ont au contraire la respiration aquatique et branchiale, et qui ont presque toujours de cinq à sept paires de pattes propres à la locomotion; enfin, les *cirrhipèdes* (*fig.* 148, 149), qui respirent aussi par des branchies, mais qui deviennent immobiles par les progrès de l'âge, et alors ne possèdent pas d'organes de locomotion, bien que leurs appendices soient très-développés.



Fig. 147. *Thelphuse.*

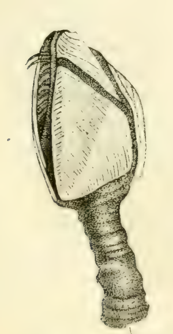


Fig. 148. *Anatife.*



Fig. 149. *Anatomie de l'anatife.*

La division des *vers* doit comprendre aussi plusieurs types bien distincts. On y remarque d'abord les *annélides* (*fig.* 150), dont le système

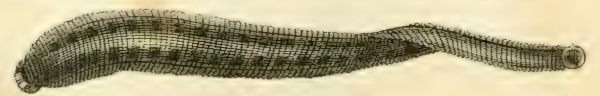


Fig. 150. *Sangsue.*

ganglionaire est bien visible dans toute la longueur du corps; dont le sang, ordinairement rouge, circule dans un système vasculaire très-complexe, dont la respiration a presque toujours lieu dans un appareil branchial bien développé, et dont les mouvements s'exécutent en général à l'aide de soies mobiles (*fig.* 151). Nous y ran-

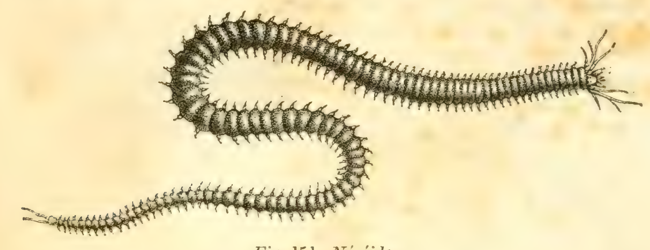


Fig. 151. *Néréide.*

geons aussi les *systolides,* animaux microscopiques, qui paraissent être dépourvus d'organes spéciaux pour la circulation, et qui n'ont pas de branchies, mais qui possèdent en général des organes vibratiles dont la disposition est très-singulière (*fig.* 152).

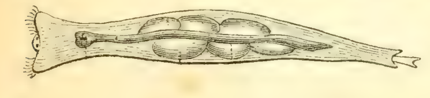


Fig. 152. *Rotifer.*

Enfin, c'est encore à ce sous-embranchement que paraissent devoir être rapportés les *helminthes* ou *vers intestinaux* (*fig.* 153), qui n'offrent tout au plus que des vestiges d'un système nerveux, et qui sont en général d'une simplicité de structure très-grande, mais qui se lient aux annélides d'une manière intime, et qui souvent semblent être en quelque sorte des représentants dégradés du même type zoologique (1).

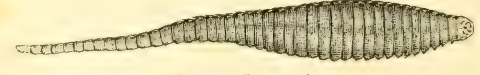


Fig. 153. *Lingatule.*

(1) Nous devons dire cependant que tous les naturalistes ne s'accordent pas à classer de la sorte les helminthes, et que Cuvier les range parmi les animaux rayonnés ou zoophytes; mais ils n'ont rien de radiaire dans leur organisation et offrent ordinairement, par la conformation générale de leur corps, une grande analogie avec les animaux annelés, et notamment avec les annélides : il nous semble, par conséquent, plus naturel de les rapporter à ce dernier type primaire, marche qui a déjà été suivie par un de nos zoologistes les plus célèbres, M. de Blainville.

Pour mettre la classification des animaux annelés en harmonie avec les différences que nous avons à signaler dans la nature de ces êtres, il faut donc les diviser en sept classes distinctes ; et ce sont ces classes dont nous avons indiqué les noms en présentant les considérations qui précèdent.

§ 381. L'embranchement des animaux mollusques nous offre également des modifications organiques de nature à nécessiter une division analogue. Chez les uns, que l'on peut appeler les *mollusques proprement dits*, il existe un système nerveux composé de deux ou plusieurs paires de ganglions réunis par des cordons médullaires,

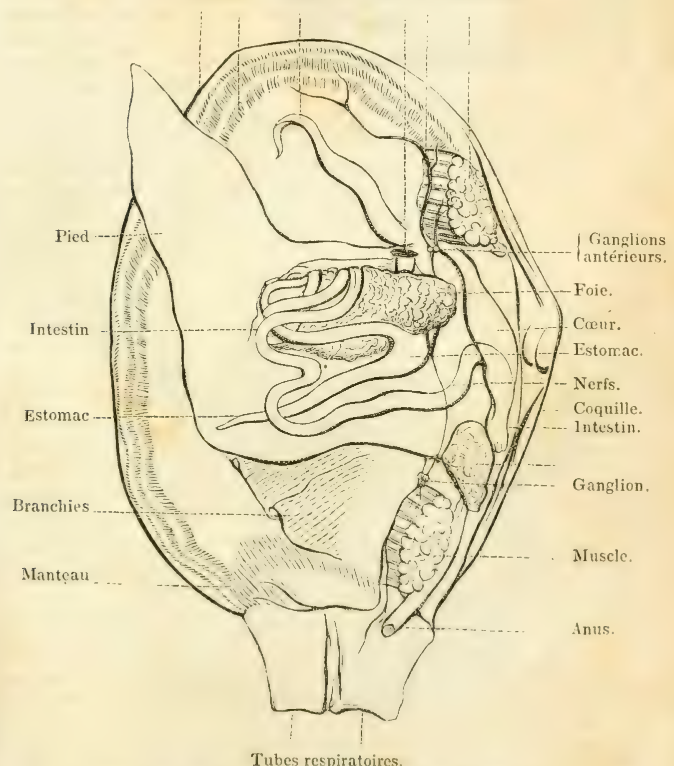


Fig. 154. *Anatomie d'un mollusque acéphale* (la *Mactre*).

et la reproduction ne s'effectue qu'au moyen d'œufs. Chez les autres, qu'on a désignés sous le nom de *molluscoïdes* ou de *tuniciens*, le système nerveux, réduit à un état rudimentaire, ne paraît consister qu'en un ganglion unique, et dans la plupart des cas la multiplication des individus s'opère par le développement de bourgeons aussi bien que par une génération ovipare; et il en résulte que souvent les individus, naissant les uns des autres, demeurent unis entre eux, et constituent des masses animées d'un aspect phytoïde (*fig.* 155).



Fig. 155. *Ascidies sociales* (1)

Les mollusques proprement dits diffèrent entre eux par des caractères dont l'importance est encore très-considérable. Ainsi chez les uns les ganglions céphaliques sont très-éloignés des ganglions abdominaux (*fig.* 154), il n'existe point de tête distincte, on n'aperçoit aucune trace d'organes spéciaux pour les sens; les organes du mouvement sont des plus imparfaits, et le corps est enveloppé par deux replis cutanés semblables à des voiles, et protégé extérieurement par une coquille bivalve (*fig.* 156). Les moules, les mactres (*fig.* 154), les tridacnes ou bénitiers, etc., nous offrent ce mode d'organisation.

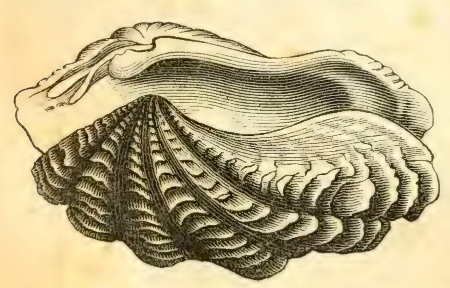


Fig. 156. *Coquille de mollusque* (*Tridacne*).

D'autres mollusques, tels que les lymnés (*fig.* 141) et les porcelaines (*fig.* 157), ont une tête distincte; leurs ganglions nerveux sont en général fort rapprochés entre eux et groupés autour de l'œsophage; il existe des yeux; la face inférieure du corps est

(1) Ascidies du genre *porophora* : — *b* bouche ; — *e* estomac ; — *i* intestins ; — *a* anus ; — *t* tige commune ; — les flèches indiquent la direction du courant d'eau servant à la respiration.

occupée par un organe charnu servant à la locomotion : enfin le dos est ordinairement protégé par une coquille ; et celle-ci n'est jamais bivalve, mais représente presque toujours un cône plus ou moins contourné en spirale (*fig.* 158).

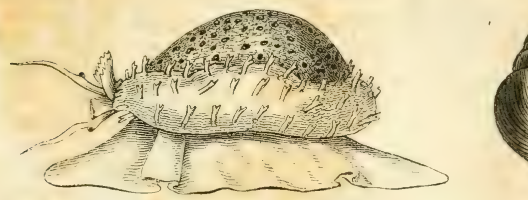


Fig. 157. *Porcelaine.*



Fig. 158. *Coquille de paludine.*

D'autres encore, pourvus d'une tête distincte comme les précédents, portent de chaque côté du cou des espèces d'ailes membraneuses servant de rames pour la natation (*fig.* 160)

Enfin il en est aussi qui ont la tête garnie de longs appendices contractiles et préhensiles, remplissant à la fois les fonctions de pieds et de bras (*fig.* 159) ; qui ont le système nerveux plus développé que chez tous les autres animaux du même embranchement, et qui ont d'ordinaire le corps soutenu par une sorte de coquille intérieure.

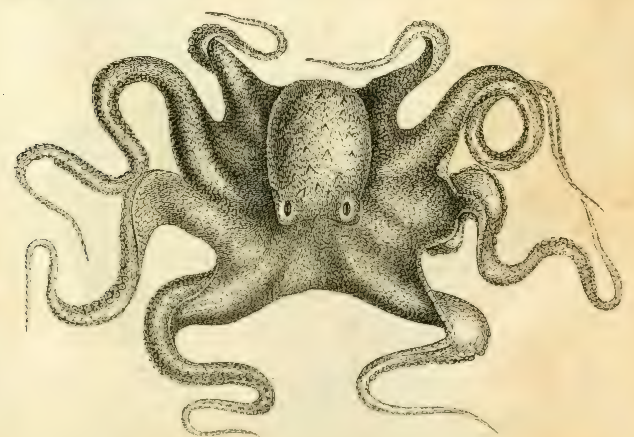


Fig. 159. *Le poulpe commun.*

Ce sont ces divers modes de conformation qui servent de base à la division des mollusques proprement dits en cinq classes, désignées sous les noms d'acéphales, de gastéropodes, de ptéropodes et de céphalopodes. L'huître peut nous servir d'exemple du premier de ces types, c'est-à-dire de la classe des acéphales; le colimaçon appartient à la classe des gastéropodes, l'hyale (*fig.* 160) à celle des ptéropodes, et le *poulpe* (*fig.* 159) au groupe des céphalopodes.

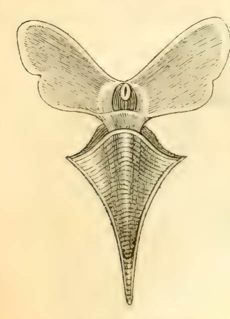


Fig. 160. *Hyale.*

§ 382. Enfin, le quatrième et dernier embranchement du Règne animal, celui des zoophytes, comprend aussi des êtres très-variés et se divise d'une manière correspondante en plusieurs classes. Dans l'un de ces groupes, appelé la *classe des échinodermes*, le corps est conformé pour ramper sur le sable ou sur les rochers du fond de la mer, et, à cet effet, sa surface est garnie d'une multitude de petits appendices préhensiles; l'enveloppe tégumentaire offre aussi une consistance considérable et devient souvent d'une dureté pierreuse. Les étoiles de mer (*fig.* 134), dont il a déjà été question, et les holothuries (*fig.* 161) nous offrent ce mode de conformation, qui se retrouve aussi chez les oursins, etc.

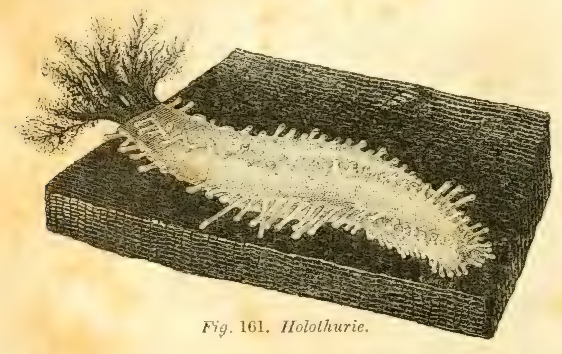
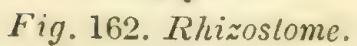


Fig. 161. *Holothurie.*

Dans un second groupe, formé par les *acalèphes*, le corps est au contraire entièrement gélatineux et conformé pour la nage seulement. Les méduses (*fig.* 162), qui flottent dans la mer et qui sont fréquemment jetées par la vague sur les plages sablonneuses de

notre littoral, nous serviront d'exemple pour cette classe de zoophytes.




Fig. 162. *Rhizostome.*

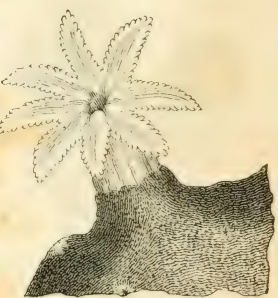


Fig. 163. *Polype du corail.*

Dans une troisième classe, celle des *polypes*, il n'existe plus aucun organe de locomotion ; l'animal est destiné à vivre fixé au sol,



Fig. 164. *Tige de corail.*

et sa bouche est entourée de tubercules mobiles (*fig.* 163) à l'aide desquels il puise dans l'eau ambiante les corpuscules nécessaires à sa nutrition; en général une portion de ses téguments s'ossifie en quelque sorte de façon à lui constituer une espèce de loge calcaire ou cornée (*fig.* 165), et, dans la plupart des cas aussi, les individus naissent par bourgeons sur la surface du corps de leurs parents, et, ne s'en détachant pas, constituent entre eux des masses animées de formes variées, dont l'apparence est, le plus ordinairement, celle d'une plante rameuse chargée de fleurs.



Fig. 165. *Polypier du genre caryophyllie.*

Les actinies ou anémones de mer (*fig.* 143) appartiennent à cette classe; il en est de même des animaux du corail (*fig.* 163 et 164), des hydres (*fig.* 2), des caryophyllies (*fig.* 165), etc.

Un quatrième type nous est offert par les *spongiaires*, animaux singuliers qui, dans leur jeune âge, ont une forme ovoïde, nagent librement à l'aide de cils vibratiles dont la surface de leur corps est garnie, et ressemblent aux larves des acalèphes et des polypes; mais qui ne tardent pas à se fixer, et qui non-seulement perdent alors la sensibilité et le mouvement, mais se déforment au point de ne ressembler à rien de ce qui existe dans le reste du Règne animal.



Fig. 166. *Éponge.*

Enfin la plupart des naturalistes rangent aussi dans l'embranchement des zoophytes un cinquième groupe composé d'une multitude d'êtres d'une petitesse extrême (*fig.* 167) qui se montrent dans les eaux croupissantes, et qui ont reçu le nom d'*animalcules infusoires*. Ils se meuvent à l'aide de cils vibratiles et ressemblent, en général, beaucoup aux larves des spongiaires, des polypes et des acalèphes; mais ils ne changent pas de forme en grandissant, et ils se font remarquer par leur reproduction sicipare et par le nombre considérable d'estomacs creusés dans l'intérieur de leur corps pour la réception des matières nutritives. Jusqu'en ces dernières années on confondait ces petits êtres avec les systolides, sous le nom commun d'*animalcules microscopiques* ou d'*infusoires*,

et, pour les distinguer, on les appelle souvent des *infusoires polygastriques*. Du reste, la place qu'ils doivent occuper dans nos classifications zoologiques n'est pas encore bien déterminée.

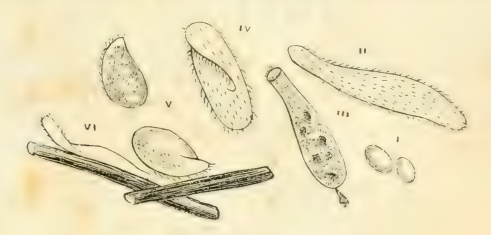


Fig. 167. *Infusoires* (1).

Tels sont les caractères les plus saillants des principaux types organiques que nous offre le Règne animal ; l'esquisse que nous venons d'en présenter suffit pour donner une idée générale des modifications introduites par la nature dans la structure des êtres animés : mais, si nous en bornions là l'étude, nous n'en aurions que des notions très-incomplètes, et il nous faut maintenant examiner avec plus d'attention chacune des grandes divisions correspondant à ces différences fondamentales. Avant que de passer à ces considérations nous croyons, cependant, devoir nous arrêter encore quelques instants sur la distinction des embranchements et des classes, afin de résumer, sous la forme d'un tableau synoptique, les bases de la classification zoologique telles que nous venons de les exposer.

(1) Divers infusoires polygastriques vus au microscope : — I Monades ; — II Trachélie anas ; — III Enchélide représenté dans le moment où il rejette des matières fécales ; — IV Paramécie ; — V Kolpode ; — VI Trachélie fasciolaire marchant sur des végétaux microscopiques.

NOTIONS

SUR L'ORGANISATION DES ANIMAUX APPARTENANT AUX DIVERSES CLASSES DU RÈGNE ANIMAL.

PREMIER EMBRANCHEMENT.

ANIMAUX VERTÉBRÉS.

§ 383. Les *animaux vertébrés*, ainsi nommés à cause de leur squelette intérieur, dont les *vertèbres* forment la partie la plus essentielle, sont de tous les êtres animés ceux dont les facultés sont les plus variées et les plus parfaites; et, comme on pouvait le prévoir, d'après le principe que nous avons déjà établi relativement à la division du travail dans l'économie animale (§ 346), ce sont aussi ceux dont les organes sont les plus nombreux et les plus compliqués.

L'existence d'une charpente solide dans l'intérieur du corps leur permet d'atteindre à une taille que les animaux articulés, les mollusques et les zoophytes n'ont jamais; et la nature de ce squelette, dont toutes les pièces sont liées les unes aux autres, donne à leurs mouvements une précision et une vigueur qu'on ne voit que rarement chez les autres animaux.

Ce squelette intérieur, dont l'analogue ne se retrouve dans aucun autre embranchement du Règne animal, est en général composé d'*os* et disposé à peu près de la même manière que chez l'homme; quelquefois cependant, chez les raies par exemple, il n'est formé que par des cartilages, et on connaît même des poissons chez lesquels il se trouve réduit à un état presque membraneux. L'étude que nous en avons déjà faite (§ 259 à 282) nous dispense d'en traiter plus longuement ici; et nous ajouterons seulement que la portion de cette charpente qui ne manque jamais et qui varie le moins d'un animal à un autre est l'espèce de tige osseuse renfermant l'axe cérébro-spinal, et formée par la *colonne vertébrale* et le *crâne :* les côtes manquent chez quelques reptiles, la grenouille

par exemple ; le sternum chez d'autres. Mais c'est surtout dans les membres que le squelette présente des modifications nombreuses : tantôt tous les os qui d'ordinaire entrent dans la composition de ces organes manquent complétement (comme cela se voit chez la couleuvre, etc.), tantôt leur nombre seulement est diminué, et, à cet égard, il est à noter que chez les animaux aquatiques les membres thoraciques offrent un développement plus considérable et existent d'une manière plus générale que les membres abdominaux ; tandis que chez les animaux destinés à vivre sur la terre les membres postérieurs perdent moins souvent de leur importance, et ce sont les membres thoraciques qui offrent le plus d'exemples d'un développement incomplet. Quant aux modifications que ces organes subissent pour devenir aptes à remplir les diverses fonctions que la nature leur répartit, nous en avons déjà parlé ; et il est, par conséquent, inutile d'y revenir ici (voyez § 289 à 295). Il est encore à noter que la portion caudale du corps, étant surtout utile dans la natation, est plus développée chez les poissons que dans les autres classes de vertébrés ; elle remplit aussi des fonctions importantes dans le vol, et, par conséquent, présente chez les oiseaux une structure assez constante : tandis que chez les animaux essentiellement terrestres, de la classe des mammifères ou de celle des reptiles, elle perd en général toute son utilité et manque souvent presque complétement. Enfin, il est à remarquer aussi que chez les animaux les moins élevés dans la série des vertébrés le squelette est ordinairement formé d'un nombre de pièces beaucoup plus considérable que chez les mammifères et les oiseaux ; ce qui paraît dépendre en majeure partie d'une espèce d'*arrêt de développement* par suite duquel les pièces élémentaires de cette charpente ne se soudent pas ensemble pour constituer des os plus considérables, ainsi que cela a lieu par les progrès de l'âge chez les vertébrés à sang chaud. Cette multiplicité de pièces osseuses distinctes se fait surtout remarquer dans la tête ; elle est déjà très-visible chez les reptiles : mais c'est chez les poissons qu'elle est portée au plus haut degré, et c'est là une des circonstances qui contribuent quelquefois à rendre très-obscures les analogies de composition d'ordinaire si manifestes dans le squelette des divers animaux vertébrés comparé à celui de l'homme.

§ 384. Le système nerveux est bien plus développé chez les animaux vertébrés que dans les autres divisions du Règne animal, et c'est sa partie centrale qui est surtout remarquable par son volume. La sensibilité de ces animaux est en rapport avec ce mode d'organisation, et leur intelligence dépasse celle de tous les autres.

L'axe cérébro-spinal offre chez tous ces animaux les mêmes rapports de position et la même composition fondamentale que chez l'homme ; il est situé en entier du côté dorsal du corps, au-dessus du tube digestif (*fig.* 128), et on y distingue toujours un *cerveau*, composé de deux hémisphères ; des lobes optiques, un cervelet et une moelle épinière : seulement l'encéphale devient de plus en plus petit et d'une structure de plus en plus simple, à mesure que l'on descend de l'homme vers les poissons. Les nerfs de tous les animaux vertébrés ressemblent aussi plus ou moins exactement à ceux de l'homme ; ceux qui appartiennent aux fonctions de relation proviennent tous de l'axe cérébro-spinal, et pour la plupart en naissent constamment par deux racines dont l'une porte un ganglion près de sa base. Les nerfs des viscères appartiennent pour la plupart au système ganglionaire, et ce système se lie toujours au système cérébro-spinal par une multitude de petites branches qui s'anastomosent avec les nerfs rachidiens. Enfin les sens extérieurs sont toujours au nombre de cinq, et les organes qui en sont le siége offrent, à peu de chose près, la même disposition que chez l'homme.

§ 385. L'appareil de la digestion ne présente aussi dans cette grande division du Règne animal que des différences assez légères : les deux orifices du canal alimentaire sont toujours très-éloignés l'un de l'autre ; les mâchoires s'écartent en suivant la direction de la ligne médiane du corps, et ne se dirigent jamais latéralement comme chez les animaux annelés ; l'intestin est fixé dans l'abdomen par un mésentère (§ 45), et le chyle est toujours transporté de l'intestin dans les veines par des canaux particuliers appartenant au système des vaisseaux lymphatiques.

§ 386. Le sang, qui est toujours rouge, et qui est bien plus riche en globules que dans les animaux inférieurs, arrive au cœur par les veines ; il pénètre d'abord dans une oreillette, et passe ensuite dans un ventricule, d'où il se rend en totalité ou en partie à l'appareil de la respiration : en général ce liquide nourricier revient ensuite au cœur avant que de se rendre aux diverses parties du corps ; mais quelquefois il se porte directement à celles-ci, et son mouvement circulatoire est déterminé tantôt par une oreillette et un ventricule seulement, tantôt par deux oreillettes réunies à un seul ventricule, et d'autres fois par un cœur composé de deux ventricules et de deux oreillettes (voyez § 107, 108, 109). La respiration a toujours lieu dans un appareil particulier, situé dans une cavité intérieure du corps ; mais elle n'est pas toujours aérienne comme chez l'homme, et a son siége tantôt dans des poumons, tantôt dans des branchies.

Parmi les organes sécréteurs dont nous avons signalé l'existence chez l'homme, il en est deux qui ne manquent jamais : ce sont le foie et les reins. Le pancréas existe également chez la plupart des animaux vertébrés, et on leur trouve aussi une rate plus ou moins développée.

§ 387. La nature semble donc avoir suivi le même plan général dans la création de tous ces êtres : cependant ils diffèrent tous entre eux, et quelques-unes des différences qu'ils offrent sont même d'une grande importance dans l'économie ; aussi conduisent-elles, comme nous l'avons déjà vu, à la division de cet embranchement du Règne animal en 4 classes, les mammifères, les oiseaux, les reptiles et les poissons.

DE LA CLASSE DES MAMMIFÈRES.

§ 388. La classe des mammifères se compose de l'homme et de tous les animaux qui lui ressemblent par les points les plus importants de leur organisation. Elle se place naturellement en tête du Règne animal, comme renfermant les êtres dont les mouvements sont les plus variés, les sensations les plus délicates, les facultés les plus multipliées et l'intelligence la plus développée ; et elle nous intéresse aussi plus que toute autre, car elle nous fournit les animaux les plus utiles soit pour notre nourriture, soit pour nos travaux et pour les besoins de notre industrie.

Il est en général facile de distinguer, au premier coup d'œil, un mammifère d'un oiseau, d'un reptile, d'un poisson, ou de tout autre animal, par la seule considération de sa forme extérieure et de la nature de ses téguments ; car les mammifères sont les seuls animaux vertébrés dont le corps est couvert de *poils*, et ordinairement leur forme générale ne s'éloigne que peu de celle des espèces que nous avons continuellement sous les yeux, et que nous prenons naturellement comme types de ce groupe ; mais quelquefois ils ne se reconnaissent pas à un examen aussi superficiel, car il en est dont la peau est complétement nue et dont le corps, au lieu de ressembler à celui du chien, du cheval ou d'un autre mammifère ordinaire, présente les formes propres aux poissons : le marsouin (*fig.* 168) et

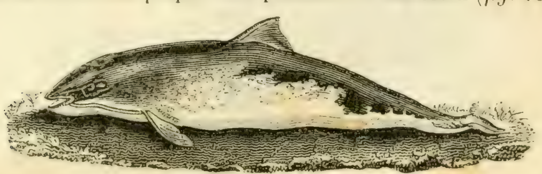


Fig. 168. *Marsouin commun.*

la baleine, par exemple, sont dans ce cas : aussi le vulgaire les prend-il pour des poissons, dont ils diffèrent cependant par leurs mamelles, par leur mode de respiration, et par une foule d'autres traits des plus remarquables.

§ 389. **Développement et lactation.** — Ce que les mammifères offrent de plus remarquable, c'est leur mode de développement et d'alimentation pendant les premiers temps de la vie. Ces animaux sont tous vivipares, et pendant la période embryonaire de leur existence ne portent pas avec eux un amas de matières nutritives, comme cela se voit chez les animaux ovipares : ils puisent ces matières directement dans le sang de leur mère; et après la naissance le jeune vit encore aux dépens de celle-ci, qui l'allaite pendant un temps plus ou moins long.

Le lait destiné à cet usage est un liquide blanc et opaque, formé par de l'eau tenant en dissolution du sucre de lait, du caséum, quelques sels et un peu d'acide lactique libre, et tenant en suspension des globules de beurre. Ses qualités varient un peu chez les différents animaux et peuvent être modifiées par les aliments dont ceux-ci font usage ; en général il laisse, par l'évaporation, 10 à 12 pour 100 de parties solides, mais sa richesse peut varier beaucoup suivant les circonstances.

Ce liquide alimentaire est sécrété par des glandes particulières nommées *mamelles,* qui existent dans les deux sexes, mais qui ne servent à l'allaitement du jeune que chez la femelle. Des organes analogues ne se rencontrent dans aucune autre classe du règne animal, et c'est à raison de leur existence chez tous les animaux du groupe dont nous faisons ici l'histoire que les zoologistes ont donné à ces êtres le nom de *mammifères*.

Le nombre des mamelles est en général à peu près en rapport avec celui des petits dont se compose chaque portée : souvent on n'en compte que deux (chez les singes, l'éléphant, la chèvre et le cheval, par exemple), mais quelquefois aussi leur nombre est beaucoup plus considérable : ainsi la vache, le cerf, le lion, en ont quatre, le chat huit, le cochon et le lapin dix, le rat dix ou douze, et l'agouti douze à quatorze. La position de ces glandes varie aussi . chez les singes et les chauves-souris, elles sont placées sous la poitrine comme chez l'homme ; chez la plupart des carnassiers, elles sont situées à l'abdomen aussi bien qu'au thorax ; et chez le cheval, le bœuf, le mouton, etc., elles sont placées encore plus en arrière, près de l'articulation des membres postérieurs.

Tantôt les petits naissent les yeux ouverts, et peuvent de suite courir et chercher eux-mêmes leur nourriture ; mais un grand nombre

d'autres mammifères viennent au monde les yeux fermés, et dans un état de faiblesse telle qu'ils peuvent à peine se mouvoir : il en est même qui naissent pour ainsi dire avant terme, car leur corps est à peine ébauché ; et ils ne pourraient vivre s'ils ne se greffaient en quelque sorte à la tetine de leur mère, où ils restent suspendus pendant un temps considérable. Il est aussi à noter que, chez la plupart des animaux qui naissent dans cet état d'imperfection extrême, la peau du ventre forme, au-devant des mamelles, une poche servant à loger et protéger les petits. Cette particularité de structure caractérise les sarigues (*fig.* 169), les kanguroos et les autres mammifères de l'ordre des *marsupiaux,* animaux qui, pour la plupart, habitent l'Océanie. Les jeunes achèvent leur développement dans l'intérieur de cette poche, suspendus chacun à une tetine, qui pénètre fort avant dans leur bouche, et qui verse dans leur gosier le lait dont l'expulsion est déterminée par la contraction des muscles entre lesquels se trouvent les glandes mammaires. Arrivés à un certain âge, ils se détachent ; mais ils continuent encore à teter, et, même



Fig. 169. *Sarigue.*

lorsqu'ils sont sortis de la poche qui jusqu'alors leur avait servi de demeure, ils y cherchent encore pendant long-temps un refuge contre le froid ou les dangers dont ils sont menacés.

§ 390. **Téguments.** — La *peau,* ainsi que nous l'avons déjà dit, présente, dans la classe des mammifères, des particularités remarquables. Chez un petit nombre de ces animaux elle est nue, mais chez la plupart elle est garnie de *poils* servant à la protéger et à conserver la chaleur développée dans l'intérieur du corps. L'existence de ces appendices tégumentaires est même tellement caractéristique de cette classe, qu'un des zoologistes les plus habiles de l'époque, M. de Blainville, a proposé de remplacer le nom de mammifères par celui de *pilifères,* lequel contrasterait avec les mots de *pennifères* et *squammifères,* qu'il voudrait faire adopter pour désigner les oiseaux et les poissons.

Les poils sont produits par de petits organes sécréteurs logés dans l'épaisseur du derme ou immédiatement au-dessous de lui. Chaque poil se forme dans une petite poche ovoïde, à parois blanches et résistantes, qui communique au dehors par une ouverture étroite, et qui est appelée *capsule.* L'intérieur de cette cavité est revêtu d'une membrane tantôt rougeâtre, tantôt diversement colorée, qui paraît être une continuation du réseau muqueux de la peau, et à sa partie inférieure se trouve une papille conique ou *bourgeon* qui reçoit un nerf et des vaisseaux sanguins et qui produit le poil. La substance dont ces appendices tégumentaires sont en majeure partie composés offre la plus grande analogie avec du mucus desséché. En les examinant au microscope, on voit quelquefois très-distinctement qu'ils sont formés d'une foule de petits cônes ou cornets emboîtés les uns dans les autres; mais, en général, ils ont l'apparence d'un simple tube corné, dont l'intérieur paraît être rempli d'une matière pulpeuse. Chez la plupart des animaux, ils sont cylindriques et plus gros à leur base qu'à leur sommet; souvent ils sont plus ou moins aplatis, on en connaît qui sont tout à fait lamelleux et semblables à des brins d'herbe; tantôt leur surface paraît être parfaitement lisse, et d'autres fois elle est cannelée ou garnie de petites aspérités, ou bien présente un aspect moniliforme; enfin, leur grosseur, leur forme et leur élasticité varient aussi beaucoup d'un animal à un autre, ainsi que dans les différentes parties du corps d'un même individu.

Les noms par lesquels on désigne les diverses variétés de poils diffèrent suivant les propriétés de ces filaments cornés et suivant les parties où ils croissent. Ainsi on les appelle *piquants* lorsqu'ils sont très-gros, pointus, très-roides, et qu'ils ressemblent à des

épines (exemples, le porc-épic et le hérisson); et *soies* lorsqu'ils sont moins gros et beaucoup moins résistants, mais encore très-



Fig. 170. *Porc-épic.*

roides, excepté vers leur extrémité (exemple, sanglier). Les *crins* ne diffèrent guère des soies que par un peu plus de souplesse et moins de grosseur : en général, ils sont droits comme elles; mais cependant ils sont quelquefois ondulés, surtout lorsqu'ils sont très-longs. La *laine* est une espèce de poil long, très-fin et contourné en tout sens; enfin le *duvet* ou la *bourre* se compose de poils d'une finesse ou d'une mollesse extrêmes, qui, en général, se trouvent cachés au-dessous d'une couche plus ou moins épaisse de poils ordinaires, que l'on désigne souvent sous le nom de *jar*.

La couleur des poils varie beaucoup, mais peut presque toujours se rapporter à des modifications du blanc, du noir, du brun-roux ou du jaunâtre; elle paraît dépendre de l'existence d'une graisse colorée qui est soluble dans l'esprit-de-vin bouillant : lorsqu'on extrait cette huile par l'action du liquide dont nous venons de parler, les poils prennent tous une teinte gris-jaunâtre. Dans les cheveux blancs on a trouvé aussi une huile blanche, qui, dans les cheveux roux, est remplacée par une huile rougeâtre ; et, dans les cheveux noirs, on a constaté l'existence d'une huile teinte en noir-

bleuâtre par du sulfure de fer (1). Tantôt les poils ont, dans toute leur longueur, la même couleur ; tantôt ils sont plus foncés à leur extrémité qu'à leur base, et quelquefois aussi ils présentent une série d'anneaux blancs et colorés. Du reste leur couleur varie presque toujours dans les différentes parties du corps, et la disposition générale de ces teintes constitue ce que l'on nomme le *pelage* des animaux. En général, les couleurs sont beaucoup plus foncées à la face supérieure qu'à la face inférieure du corps ; et lorsqu'elles forment des taches, celles-ci sont presque toujours disposées symétriquement de chaque côté : à moins toutefois que les animaux ne soient réduits à l'état de domesticité, car alors leur pelage présente souvent la plus grande irrégularité.

Le pelage est ordinairement le même dans les deux sexes, et, en général, ne varie que peu aux différents âges. Dans quelques espèces, cependant, les jeunes ont des taches et des nuances variées qui disparaissent chez l'adulte, et souvent il arrive que la couleur des mammifères change avec les saisons.

En général, les poils tombent à une époque déterminée de l'année et sont remplacés par d'autres ; cette *mue* a lieu le plus souvent au printemps ou en automne. Tantôt elle s'opère sans que la couleur du pelage soit modifiée ; d'autres fois elle entraîne des changements très-considérables, soit dans la couleur, soit dans l'abondance et la nature des poils. Ainsi, notre écureuil commun (*fig.* 98), dont le pelage est d'un roux foncé en été, devient d'un beau gris-bleuâtre en hiver. Dans cette dernière saison la fourrure des mammifères est ordinairement beaucoup plus épaisse qu'en été, et on y trouve, sous les crins ou poils plus ou moins soyeux qui la composent en partie, une quantité plus ou moins considérable de duvet. L'influence de la température se fait sentir de la même manière sur les animaux qui habitent des climats différents : ceux des pays froids ont une fourrure épaisse et abondamment fournie de duvet, tandis que ceux des pays chauds n'ont guère que des poils courts, secs, roides et peu nombreux.

Ce que l'on recherche le plus dans les fourrures, c'est la finesse, l'abondance, le moelleux et le brillant du poil ; or, d'après ce que nous venons de dire relativement à l'influence des saisons et du climat sur l'enveloppe tégumentaire des mammifères, on peut

(1) Il existe aussi dans les différentes espèces de cheveux du soufre qui peut facilement se combiner avec le plomb et quelques autres métaux pour former des sulfures colorés ; c'est de la sorte qu'on parvient à les teindre en noir par l'application de sels de plomb, de mercure, etc., le sulfure qui se forme alors dans la substance du poil étant de cette couleur.

prévoir que ce doit être dans les pays les plus glacés, dans les montagnes et surtout pendant l'hiver, que se trouvent les plus belles pelleteries, et, en effet, c'est du nord que nous les tirons presque toutes. La France et les pays voisins fournissent bien quelques fourrures, connues sous le nom de *sauvagines;* mais c'est principalement dans la Sibérie et la partie la plus septentrionale de l'Amérique que le commerce des pelleteries devient réellement important.

Lorsque les bulbes des poils sont extrêmement rapprochés, les filaments cornés qu'ils produisent se soudent en quelque sorte entre eux et forment des lames solides; c'est de la sorte que paraissent naître les espèces d'écailles qui recouvrent tout le corps de certains mammifères très-singuliers, connus sous le nom de pangolins (*fig.* 171), et la cuirasse des tatous : les anatomistes s'accordent aussi à regarder les ongles et la corne comme ayant la même origine.

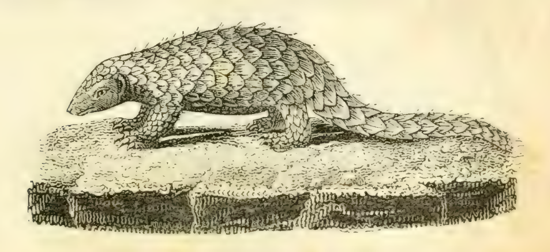


Fig. 171. *Pangolin.*

§ 391. **Squelette.** — La forme générale du corps est déterminée principalement par le squelette; quelquefois cependant elle présente des particularités qui ne sont pas en rapport avec la disposition de cette charpente intérieure : ainsi les bosses qui surmontent le dos des chameaux (*fig.* 172) ne sont par soutenues pas des os et ne consistent que dans des amas de tissu graisseux.

Le squelette offre toujours dans sa conformation la plus grande analogie avec celui de l'homme, que nous avons déjà étudié (§ 269, etc.). Les différences que l'on y remarque chez les divers animaux de cette classe dépendent essentiellement : 1° de l'absence des membres abdominaux dans les mammifères pisciformes, tels que le marsouin (*fig.* 168) et la baleine, que les zoologistes ont compris dans l'ordre des cétacés; 2° de la diminution du nombre des doigts et de l'absence de la clavicule chez la plupart des espèces

dont les membres ne servent qu'à la marche ; 3º de quelques variations dans le nombre des vertèbres, surtout dans les régions dorsale et caudale ; 4º d'inégalités dans leur volume relatif offertes par les mêmes os.

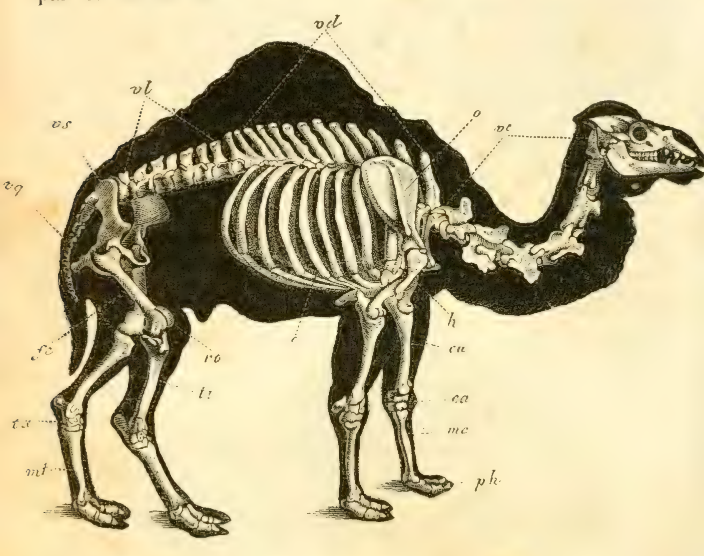


Fig. 172. *Squelette de chameau.* (Voy. p. 194.)

§ 392. **Conformation de la tête.** — La forme de la tête osseuse varie beaucoup, suivant que la face prend plus ou moins d'extension, ou bien que le crâne se développe davantage, et l'étude de ces différences de proportions n'est pas sans intérêt ; car, ainsi que nous l'avons déjà vu, il existe, en général, un rapport assez direct entre le degré d'intelligence dont un animal est doué et les dimensions relatives de la portion crânienne de sa tête (§ 342). A mesure que l'on s'éloigne de l'homme, on voit le crâne diminuer, les mâchoires et les fosses nasales prendre plus d'extension, les orbites se diriger de plus en plus en dehors et devenir de moins en moins distinctes des fosses temporales ; enfin le trou occipital, qui livre passage à la moelle épinière, et les deux condyles par lesquels la tête s'articule avec la colonne vertébrale, au lieu d'être placés vers le milieu de la face inférieure du crâne, se portent de plus

en plus en arrière et finissent par en occuper la face postérieure, de façon que les mâchoires, au lieu de former un angle droit avec la colonne vertébrale, deviennent parallèles à l'axe du corps. Du reste, on trouve partout à peu près les mêmes os ; et le mode d'articulation de la mâchoire inférieure est caractéristique de la classe des mammifères : cet os se fixe immédiatement au crâne par deux condyles saillants, et la portion du temporal qui le reçoit est confondue avec le rocher et entre dans la composition des parois du crâne ; tandis que, chez les oiseaux, les reptiles et les poissons, cette mâchoire est suspendue à un os intermédiaire entre lui et le rocher.

§ 393. Divers mammifères offrent dans la conformation de la tête une particularité remarquable, consistant dans l'existence de *cornes* plus ou moins longues. Quelquefois ces prolongements ne sont que des dépendances de la peau et paraissent être formés de poils soudés ensemble : c'est le cas des cornes dont le nez du rhinocéros est armé ; mais en général il en est autrement, et c'est un

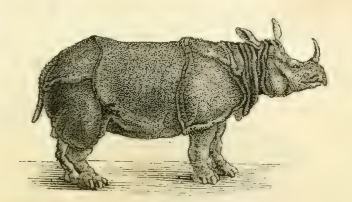


Fig. 173. *Rhinocéros.*

prolongement de l'os du front qui constitue l'axe de ces appendices. Les mammifères pourvus de cornes à cheville osseuse appartiennent tous à l'ordre des *ruminants,* et offrent dans la structure de ces parties des différences assez considérables. Tantôt la protubérance osseuse est recouverte par la peau du front qui, dans ce point, ne diffère pas de celle du reste de la tête, et qui ne se détruit pas : c'est le cas de la girafe (*fig.* 200). Tantôt la portion osseuse des cornes, d'abord revêtue d'une peau velue, s'en dépouille, et, après être restée à nu pendant un certain temps, tombe elle-même pour faire place à une nouvelle corne destinée à éprouver à son tour les mêmes changements : ces cornes caduques se nomment *bois* et ne se rencontrent que chez les animaux du genre cerf (*fig.* 175). Enfin, d'autres fois, l'axe osseux croît pendant toute la vie, ne tombe jamais, et est revêtu d'une espèce de gaîne composée

d'une substance élastique appelée *corne*, qui est analogue à celle des ongles, et qui croît par couches. On donne le nom de *cornes creuses* à ces cornes revêtues ainsi d'un étui, qui semble formé de poils agglutinés; et on les trouve chez les diverses espèces des genres bœuf, mouton, chèvre et antilope. Il est encore à noter que dans tous ces animaux, à l'exception des antilopes, la cheville osseuse de ces cornes est creusée de grandes cellules qui communiquent avec les sinus frontaux du nez et reçoivent ainsi de l'air dans leur intérieur.



Fig. 174. Tête de chèvre.



Fig. 175. Cerf.

Le mode de formation et de renouvellement des espèces de cornes connues sous le nom de *bois* est très-simple et mérite d'être signalé. A un certain âge, il se développe de chaque côté de l'os frontal un prolongement dont la formation peut être comparée à celle des tubercules connus en médecine sous le nom d'*exostoses* ou à celle du *cal* osseux, qui se dépose autour des extrémités des os ordinaires dans les cas de fracture, et en détermine la consolidation. Ces protubérances, dont le tissu est très-compacte, croissent rapidement et soulèvent la peau qui les couvre. Celle-ci, dans un état voisin de celui de l'inflammation, reçoit une grande quan-

tité de sang à l'aide de vaisseaux nombreux qui sillonnent la surface du bois ; mais bientôt il se forme à la base du prolongement osseux un cercle de tubercules, qui, en grossissant, compriment ces vaisseaux nourriciers et les oblitèrent. Or l'enveloppe cutanée de la corne, ne recevant plus de sang, meurt, puis se dessèche et tombe. Le bois est alors à nu et ne tarde pas à éprouver le sort de tout os qui est dépouillé des parties molles environnantes, et reste exposé à l'air; ce qui a lieu dans bien des cas de blessure chez l'homme, a lieu ici par suite des phénomènes que nous venons de décrire : l'os est frappé de *nécrose,* meurt, et finit par se détacher du crâne et par tomber. L'animal reste alors sans armes; mais, peu de temps après (ordinairement vingt-quatre heures), une pellicule mince recouvre la plaie formée par la chute du bois, et bientôt un nouveau prolongement osseux s'élève à la place de l'ancien. En général le nouveau bois acquiert des dimensions plus considérables que celui auquel il succède. Ordinairement le nombre des branches est aussi plus considérable ; mais sa durée n'est pas plus longue, et il passe par les mêmes phases que le premier.

C'est en général au printemps que ce phénomène curieux a lieu, et presque toujours le renouvellement du bois se fait régulièrement chaque année. Du reste il semble exister un rapport évident entre l'époque à laquelle il s'effectue et l'activité périodique des fonctions de reproduction ; car chez les cerfs, où le rut n'est pas un état de crise violent et limité, les cornes persistent plus d'une année. Enfin, c'est en général le mâle seulement qui a la tête ornée de la sorte; une espèce remarquable, le renne, fait cependant exception à cette règle, la femelle ayant des cornes aussi bien que le mâle.

§ 394. Une autre anomalie curieuse qui se rencontre dans la conformation de la tête chez quelques mammifères dépend d'un développement excessif du nez, qui se prolonge de façon à constituer une *trompe* mobile et préhensile. Telle est, en effet, la nature de l'organe qui donne à l'éléphant un aspect si particulier et une si grande adresse. La trompe de ces animaux est un double tuyau qui se continue supérieurement avec les fosses nasales, et qui est revêtu intérieurement d'une membrane fibro-tendineuse autour de laquelle se fixent des milliers de petits muscles diversement entrelacés, et disposés de façon à l'allonger, à la raccourcir et à la courber dans tous les sens; à son extrémité supérieure il existe une valvule cartilagineuse et élastique, qui, à moins d'être relevée par la contraction volontaire de ses muscles, intercepte la communication entre les fosses nasales et le dehors; enfin, à son

extrémité libre, se trouve un appendice en forme de doigt, également mobile. Cette longue trompe sert à l'animal pour saisir tout ce qu'il veut porter à sa bouche, pour cueillir l'herbe et les feuilles dont il se nourrit, et pour pomper la boisson qu'il lance ensuite



Fig. 176. *Éléphant de l'Inde.*

dans son gosier : sans elle, la conformation générale de son corps rendrait son existence presque impossible. En effet, pour qu'un animal puisse chercher commodément à terre sa nourriture, il faut, lorsqu'il n'a pas d'organes spéciaux de préhension, que la lon-

gueur de son cou soit proportionnée à celle de ses jambes, de telle sorte qu'en abaissant la tête il puisse, sans les fléchir, toucher le sol avec ses lèvres. S'il est haut sur pattes, il lui faut donc un long cou; et cette disposition est à son tour incompatible avec une tête très-grosse et très-lourde, dont le poids devient d'autant plus difficile à soutenir qu'elle est placée à l'extrémité d'un cou plus long : aussi observe-t-on que chez tous les animaux dont les pattes sont allongées et dont la bouche sert à la préhension des aliments (la girafe, par exemple [*fig.* 200]), le cou est long et la tête petite; tandis que chez ceux dont la tête est forte et lourde, ou destinée à exécuter des mouvements très-énergiques, le cou est plus ou moins court. Or les éléphants sont de très-grands animaux, dont la tête est fort éloignée du sol et d'un volume en rapport avec les énormes défenses dont la mâchoire supérieure est armée; son poids est par conséquent très-considérable, et le cou qui la supporte très-court : s'ils étaient dépourvus d'une trompe, il aurait donc fallu donner au reste de leur organisation un tout autre plan.

Les éléphants, dont il n'existe aujourd'hui que deux espèces, l'une propre à l'Afrique, l'autre native des Indes, sont les seuls mammifères qui soient pourvus d'un semblable organe de préhension; mais il existe quelque chose d'analogue chez certains animaux de la même classe, qui sont destinés à fouir la terre pour y chercher leur nourriture : ainsi, les tapirs, animaux assez voisins des cochons, ont le nez prolongé bien au-devant de la bouche et constituant une petite trompe susceptible de s'allonger et de se raccourcir (*fig.* 177). Les desmans (*fig.* 178), petits insectivores, voisins des musaraignes, mais conformés pour nager avec facilité et pour virer au fond de terriers creusés dans les berges, offrent aussi une conformation analogue.



Fig. 177. *Tête de tapir.* *Fig.* 178. *Desman.*

§ 395. **Tronc.** — La colonne vertébrale ne présente, dans la classe des vertébrés, que des modifications légères et offre partout

les mêmes caractères que chez l'homme (§ 171) ; nous remarquerons seulement que sa longueur varie beaucoup et que le nombre des vertèbres dont elle se compose est loin d'être constant. Ces différences numériques dépendent surtout de l'inégal développement de la portion caudale de la colonne ; ainsi, tantôt il n'existe point de vertèbres coccygiennes (chez les chauves-souris du genre roussette, par exemple), tandis que d'autres fois on en compte 40, 50 et même plus de 60. Il est aussi à noter que ces vertèbres coccygiennes sont de deux sortes . les unes conservent un canal pour le passage de la moelle épinière, les autres n'en ont plus ; enfin leurs apophyses sont d'autant plus saillantes que la queue est plus forte et plus mobile ; chez la plupart des mammifères, cet organe ne sert que peu aux mouvements ; mais chez d'autres il devient un instrument puissant de locomotion. Ainsi dans les kanguroos, les gerboises, etc., la queue forme, avec les pieds de derrière, une espèce de trépied sur lequel l'animal se pose et s'élance (*fig.* 85) ; chez un grand nombre de singes de l'Amérique, elle est préhensile et sert à ces animaux comme une cinquième main pour se suspendre aux branches (*fig.* 91) ; enfin, chez les cétacés, elle prend un accroissement énorme et devient l'agent principal de la natation. Chez ces derniers animaux on remarque aussi au-dessous des premières vertèbres caudales des os en forme de V, qui semblent représenter, en quelque sorte, les côtes, et qui servent à augmenter la force des muscles fléchisseurs de cette partie du corps (*fig.* 179). La longueur du cou varie aussi beaucoup ; chez les girafes, par exemple, elle est très-considérable, tandis que chez la baleine elle y est presque nulle, et cependant le nombre des vertèbres y est presque toujours de sept comme chez l'homme. On ne connaît que deux exceptions à cette règle, savoir : l'aï, qui en a 9 ; et le lamentin, seulement 6.

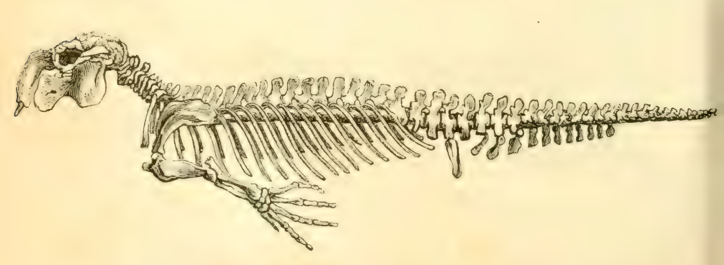


Fig. 179. *Squelette de cétacé* (le Dugong).

§ 396. La conformation du thorax varie peu ; le nombre des côtes est en rapport avec celui des vertèbres dorsales, et est, en général, de 12 à 14 paires : quelquefois, cependant, il s'élève davantage. Ainsi chez le cheval on en compte 18 paires, et chez l'éléphant des Indes 20 paires. Le sternum est, en général, étroit et aplati ; mais chez les chauves-souris, où les muscles abaisseurs de l'aile doivent avoir une grande puissance et trouver sur cet os une large surface pour leur insertion, il présente souvent, sur la ligne médiane, une crète élevée qui ressemble un peu au bréchet des oiseaux. Enfin, chez tous les animaux de cette classe, la cavité thoracique est séparée de l'abdomen par une cloison complète formée par le muscle diaphragme.

Membres. § 397. — Les membres sont au nombre de quatre chez tous les mammifères ordinaires; mais chez les baleines et les autres mammifères pisciformes, désignés sous le nom commun de cétacés, il n'y en a que deux, car les abdominaux n'existent pas (*fig.* 379). De même que chez l'homme, ces organes se composent toujours d'une portion basilaire et d'un levier articulé qui se divise en trois parties principales, savoir : le bras ou la cuisse, l'avant-bras ou la jambe, et la main ou le pied; mais, ainsi que nous l'avons déjà vu (§ 294, etc.), le mode de conformation de ces diverses parties varie un peu, suivant les usages auxquels elles sont destinées.

La portion basilaire du membre thoracique, ou l'épaule, se compose essentiellement, avons-nous dit, d'un grand os plat qui est appliqué sur les côtes, qui donne attache au bras et qui se nomme l'omoplate ou scapulum. Cet os est d'autant plus étendu dans le sens parallèle à la colonne, que l'animal fait avec ses bras des efforts plus violents : et, en effet, cette conformation fournit aux muscles destinés à porter le membre contre le tronc des points d'insertion plus étendus. Chez les mammifères qui se servent de leurs membres thoraciques comme d'organes de préhension ou de vol, et qui les portent avec force en dedans vers la poitrine, l'omoplate est maintenue dans sa position normale à l'aide de la clavicule qui, par l'une de ses extrémités, s'articule avec elle, et par l'autre s'appuie sur le sternum en manière d'arc-boutant (*fig.* 77); mais chez les quadrupèdes qui n'exécutent que peu ou point de mouvements analogues, et qui ne font guère usage de ces membres que pour la marche ou la nage, la clavicule manque complétement ou n'existe qu'à l'état de vestige : tous les quadrupèdes à sabots et plusieurs autres sont dans le même cas. Chez quelques mammifères très-singuliers de la Nouvelle-Hollande, tels que les

ornithorinques, les os de l'épaule prennent, au contraire, un très-grand développement, et leur disposition ressemble beaucoup plus à ce qui existe chez les lézards et les oiseaux qu'à ce que l'on voit chez les mammifères ordinaires : un os en forme d'Y (*d*, *fig.* 180) s'appuie sur l'extrémité antérieure du sternum (*s*), et envoie ses deux branches aux deux omoplates, de la même manière que la fourchette des oiseaux (*co*) ; deux pièces situées au-dessous de cette clavicule furculaire représentent l'os coracoïdien des oiseaux et des lézards ; enfin l'omoplate elle-même (*o*), au lieu de se terminer par la fossette destinée à loger la tête de l'humérus, se prolonge au delà, et vient s'unir directement au sternum (*s*).

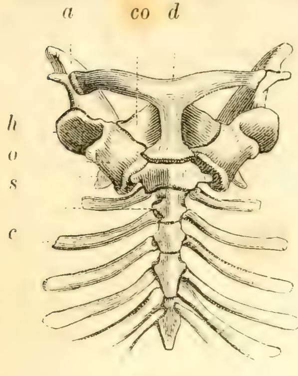


Fig. 180.

Les fonctions de la portion basilaire des membres abdominaux varient moins que celles de l'épaule : aussi le mode de conformation de cette partie est-il plus constant. Excepté chez les cétacés, où le bassin n'existe qu'à l'état de vestige, les os des hanches s'articulent toujours d'une manière immobile au sacrum, et se réunissent entre eux par leurs extrémités inférieures, de façon à constituer un anneau complet et plus ou moins évasé, nommé *bassin*. La forme et les dimensions de cette ceinture osseuse varient beaucoup ; et on remarque que, toutes choses égales d'ailleurs, la position verticale sur les membres abdominaux est d'autant plus facile que le bassin est plus large. Il est encore à noter que chez les sarigues et les autres marsupiaux les muscles de l'abdomen, formant la poche de ces animaux, sont soutenus par deux os particuliers qui naissent de la partie antérieure du bassin, et qui sont désignés par les anatomistes sous le nom d'os marsupiaux (*fig.* 181, *m*).

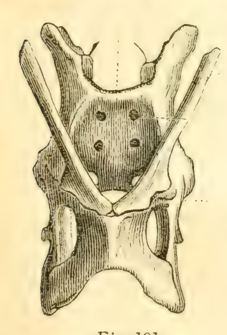


Fig. 181.

Le bras et la cuisse ne présentent, chez tous les mammifères,

qu'un seul os, l'humérus ou le fémur. Les os de l'avant-bras et de la jambe sont généralement les mêmes que chez l'homme; mais,

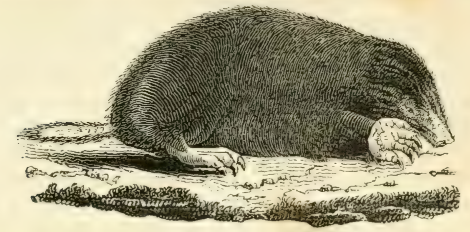


Fig. 182. *Taupe*

chez les chauves-souris, il existe, aux membres antérieurs aussi bien qu'aux membres postérieurs, une rotule distincte. En général,

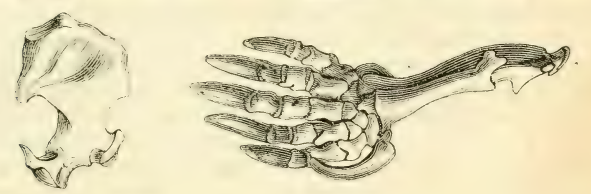


Fig. 183. *Humérus de taupe.* *Patte antérieure.*

tous ces os sont d'autant plus courts et plus larges que l'animal a besoin de mouvoir les membres avec plus de force; et, au contraire, deviennent longs et grêles lorsque la rapidité est le caractère essentiel du mouvement que celui-ci aura à exécuter. La taupe (*fig.* 182), qui se sert de ses membres antérieurs pour fouir la terre, et le chamois ou le chevrotain, qui étonnent par la légèreté et l'étendue de leurs bonds, peuvent servir d'exemples de ces deux genres de modifications.



Fig. 184. *Chevrotain musc.*

Lorsque la main devient un organe de locomotion et non de préhension, le radius ne peut plus tourner sur le cubitus et finit par s'y souder si intimement qu'on ne peut plus l'en distinguer; il en est de même pour le péroné, qui se confond avec le tibia chez les quadrupèdes à sabots.

La conformation de la main et du pied varie beaucoup dans cette classe d'animaux, suivant que les membres doivent servir à la marche, à la préhension, à la natation ou au vol : nous avons déjà fait connaître ces modifications curieuses, et, par conséquent, il n'est pas nécessaire de nous y arrêter ici; nous ajouterons seulement que le nombre des doigts ne dépasse jamais cinq et diminue d'autant plus que les quatre membres sont consacrés d'une manière plus exclusive à la marche.

§ 398. **Organes des sens.** — Le degré de flexibilité des doigts et la nature de leurs mouvements influent sur leurs usages, non-seulement comme organes de locomotion et de préhension, mais aussi comme instruments du sens du toucher. Lorsqu'ils ne peuvent embrasser les objets pour les palper, et que la main ne peut se mouler en quelque sorte sur leur forme, le tact doit être nécessairement très-imparfait; et ce qui tend à l'émousser encore davantage, c'est lorsque l'ongle, au lieu de laisser à découvert la plus grande portion de l'extrémité du doigt, l'enveloppe en entier et prend la forme d'un sabot (*fig.* 83). Or la perfection plus ou moins grande de ce sens influe à son tour sur le développement de l'intelligence, et on peut dire avec vérité que, dans l'immense majorité des cas, sinon toujours, les facultés des mammifères sont d'autant plus élevées que leurs membres sont mieux conformés pour saisir et pour palper.

§ 399. Les organes des autres sens offrent, dans tous les animaux de cette classe, à peu près le même mode d'organisation que chez l'homme. Dans ceux qui sont remarquables par la finesse de leur odorat (et ce sont les carnassiers plus que tous les autres, le chien, par exemple) les fosses nasales et les sinus frontaux prennent un accroissement très-considérable, et les cornets qui font saillie dans l'intérieur de la cavité olfactive se développent beaucoup; dispositions dont l'utilité est facile à comprendre, car elles tendent toutes à donner à la membrane pituitaire, siége de ce sens, une surface plus étendue.

§ 400. Les yeux sont, en général, plus gros proportionnellement chez les mammifères nocturnes que chez ceux qui cherchent leur nourriture en plein jour; et chez les premiers la pupille, en se rétrécissant sous l'influence de la lumière, au lieu de conserver sa forme

circulaire, prend ordinairement l'apparence d'une fente. Chez ceux qui sont condamnés, par leur vie souterraine, à une obscurité complète (les taupes, par exemple) les yeux deviennent extrêmement petits, et n'existent quelquefois qu'à l'état de vestiges; enfin, chez les mammifères qui vivent dans l'eau, le cristallin est plus sphérique que chez ceux qui vivent dans l'air : et cette disposition était nécessaire pour augmenter le pouvoir réfringent de l'œil, qui, toutes choses égales d'ailleurs, a besoin de pouvoir rassembler les rayons de lumière avec d'autant plus de force qu'il est placé dans un milieu plus dense. On remarque aussi que, chez beaucoup de ces animaux, il existe au fond de l'œil, sur la choroïde, une tache colorée d'une manière très-vive que l'on nomme *tapis*, mais on en ignore les usages. Plusieurs ont aussi une troisième paupière très-développée et placée verticalement à l'angle interne des deux autres. Enfin la direction des yeux varie beaucoup : chez l'homme, ils sont dirigés presque directement en avant; mais à mesure que l'on descend dans la série des mammifères, vers ceux dont les facultés sont moins développées, on voit ces organes devenir de plus en plus latéraux, au point que, chez plusieurs, la sphère de la vision est extrêmement différente pour chaque œil, et que l'animal ne peut voir directement devant lui.

§ 401. L'appareil auditif présente aussi, chez les mammifères, quelques modifications qui paraissent être en rapport avec les mœurs de ces animaux. Chez ceux qui vivent dans l'eau ou sous la terre la conque auditive est, en général, très-petite ou même tout à fait rudimentaire, et, à mesure que l'on descend depuis l'homme jusqu'aux herbivores, on voit cette partie de l'oreille prendre de plus en plus la forme d'un cornet acoustique, se détacher de plus en plus de la tête, et devenir de plus en plus mobile. On remarque aussi que, dans les quadrupèdes nocturnes, la membrane du tympan occupe en général plus d'espace et se trouve plus à fleur de tête que chez les diurnes.

§ 402. **Système nerveux.** — Quant au système nerveux, il ne diffère chez les divers mammifères que par le développement plus ou moins considérable de certaines de ses parties. Chez tous ces animaux, la masse nerveuse encéphalique est très-considérable, soit proportionnellement au volume du corps, soit relativement à la grosseur des nerfs; mais tous les organes qui la composent ne concourent pas également à ce développement : ainsi les hémisphères cérébraux sont très-volumineux, tandis que les tubercules optiques sont fort petits ou même presque rudimentaires; et par la suite nous verrons que, chez les oiseaux, les reptiles et les pois-

sons, il en est tout autrement. Le cervelet est de même assez volumineux chez la plupart des mammifères; il se compose toujours d'un lobe médian (*processus vermiculaire supérieur*), de deux hémisphères qui ont la forme de feuillets séparés par des sillons transversaux, et d'une commissure qui entoure la moelle épinière en dessous et qu'on nomme la *protubérance annulaire*. Du reste, le développement de ces parties varie beaucoup chez les mammifères, non-seulement sous le rapport de leur volume, mais encore sous celui des sillons et des circonvolutions de leur surface. A mesure que l'on passe de l'homme aux singes, de ceux-ci aux carnassiers, et des carnassiers aux rongeurs et aux animaux herbivores, on voit en général le cerveau devenir de plus en plus petit et de plus en plus lisse. En général, la face se développe en sens contraire de l'encéphale et du crâne; de façon qu'on peut, jusqu'à un certain point, juger de la conformation de l'une par celle de l'autre, et apprécier d'une manière approximative, par la comparaison de ces deux parties de la tète, l'étendue des facultés intellectuelles et morales (voyez § 342).

Il est aussi à noter que, chez les mammifères de l'ordre des marsupiaux, le cerveau présente un autre genre d'imperfection résultant de l'absence ou de l'état rudimentaire du *mésolobe* ou *corps calleux*, qui, chez tous les autres animaux de la même classe, unit entre eux les deux hémisphères centraux.

§ 403. **Fonctions de nutrition**. — Les fonctions de nutrition s'éxécutent chez tous les mammifères à peu près comme chez l'homme; aussi la structure des organes qui sont destinés à leur exercice ne varie-t-elle que fort peu dans cette grande classe d'animaux. C'est l'appareil digestif qui présente les différences les plus importantes.

Presque tous les mammifères sont pourvus de dents destinées à diviser leurs aliments; mais, comme nous l'avons déjà vu (§ 53), le nombre et la forme de ces organes varient suivant le régime de l'animal. Quelquefois ces organes sont remplacés par des lames cornées qui, chez les baleines, constituent les fanons (*fig*. 13 et 14), et d'autres fois encore le museau se prolonge en une espèce de bec corné très-large, aplati et garni latéralement de lamelles transversales qui offrent la plus grande ressemblance avec le bec d'un canard, et qui a valu aux animaux chez lesquels il existe le nom d'*ornithorinques*.

§ 404. La conformation de l'estomac varie beaucoup dans la classe des mammifères, et il résulte quelquefois de ces différences des particularités physiologiques d'une grande importance. En gé-

néral, cet organe est simple comme chez l'homme (*fig.* 24) et le singe (*fig.* 3); mais quelquefois il se compose d'une série nombreuse de poches distinctes, et dans ce cas il arrive ordinairement que les aliments, après avoir séjourné un certain temps dans une première cavité stomacale, remontent dans la bouche pour y subir une mastication plus complète avant que de passer dans les portions suivantes du tube digestif : phénomène que l'on désigne sous le nom de *rumination*.

Les estomacs des animaux qui ruminent (le mouton et le bœuf, par exemple) sont au nombre de quatre. Le premier, qui est le plus vaste de tous, se nomme *panse*, ou herbier (*fig.* 185). Sa sur-

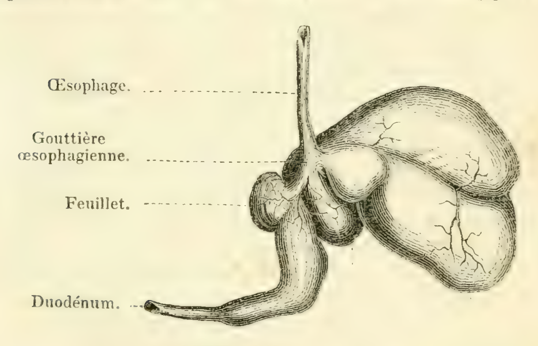


Fig. 185. *Estomac de mouton.*

face interne est garnie de papilles, et revêtue d'une couche épidermique (*fig.* 186); il occupe une grande partie de l'abdomen,

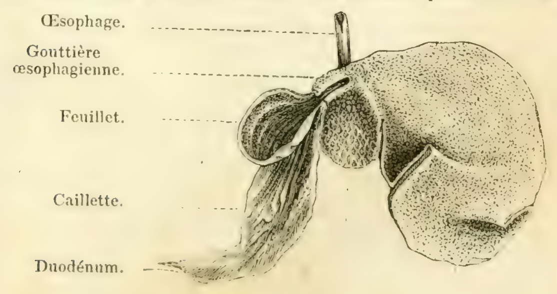


Fig. 186. *Intérieur des estomacs du mouton.*

particulièrement du côté gauche. Le deuxième estomac, appelé le *bonnet*, est petit, et se trouve à droite de l'œsophage, et en avant de la panse, dont il ne semble, au premier coup d'œil, être qu'un appendice. A l'intérieur la membrane muqueuse qui le tapisse forme une multitude de replis disposés de façon à constituer des mailles ou cellules polygones, semblables à des rayons d'abeilles. Le troisième estomac, qui est moins petit que le bonnet, est placé à droite de la panse et a reçu le nom de *feuillet*, à cause des larges replis longitudinaux qui en garnissent l'intérieur, et qui ressemblent aux feuillets d'un livre. Enfin le quatrième estomac, qui est intermédiaire, pour le volume, entre la panse et le feuillet, se trouve à droite de cette dernière poche. Sa surface interne, irrégulièrement plissée, est continuellement humectée par un liquide acide, qui est le suc gastrique; et c'est à cause de la propriété que possède cette humeur de faire cailler le lait, qu'on donne à l'organe qui le renferme le nom de *caillette*. Les trois premiers estomacs communiquent directement avec l'œsophage. Ce conduit s'ouvre d'abord presque également dans la panse et le bonnet, et se continue ensuite sous la forme d'une gouttière ou demi-canal (*fig.* 182) qui longe la partie supérieure du bonnet, et aboutit au feuillet, lequel, à son tour, communique avec la caillette.

C'est dans la panse que les aliments, grossièrement divisés par une première mastication, s'accumulent, et ce n'est qu'après avoir été reportés dans la bouche et mâchés une seconde fois, ou en d'autres mots *ruminés*, qu'ils pénètrent dans le feuillet et de là dans le quatrième estomac, siége de la véritable digestion,

Au premier abord, on s'étonne de voir les aliments pénétrer tantôt dans la panse, tantôt dans le feuillet, suivant que la déglutition se fait pour la première fois ou que ces substances ont été déjà ruminées, et on est tenté d'attribuer ce phénomène à une espèce de tact presque intelligent dont les ouvertures de ces diverses poches seraient douées; mais les expériences récentes de M. Flourens montrent que ce phénomène curieux est une conséquence nécessaire de la disposition anatomique des parties, et en donnent une explication aussi simple que satisfaisante.

Lorsque l'animal avale des aliments grossiers et d'un certain volume, comme ceux dont il se nourrit habituellement, ces substances, arrivées au point où l'œsophage se continue sous la forme d'une gouttière (voy. *fig.* 181), écartent mécaniquement les bords de ce demi-canal, transformé ordinairement en un tube par la contraction de ces parois, et tombent dans les deux premiers estomacs placés au-dessous; mais lorsque l'animal avale des boissons

ou des aliments atténués et demi-fluides, leur présence dans ce demi-canal ne détermine pas l'écartement de ses bords. Cette portion terminale de l'œsophage conserve par conséquent la forme d'un tube, et conduit les aliments en totalité ou en majeure partie dans le feuillet, où elle se termine. C'est par conséquent l'état d'ouverture ou d'occlusion de cette portion de l'œsophage, qui détermine l'entrée des aliments dans les deux premiers estomacs ou leur passage dans la troisième cavité digestive; et c'est l'aliment lui-même qui décide de cet état, selon qu'il est assez volumineux ou non pour dilater l'œsophage, naturellement affaissé, ou pour couler dans la rigole toujours ouverte par laquelle ce conduit mène vers le feuillet. Or, les aliments, lors de leur première déglutition, ne sont qu'imparfaitement divisés et consistent en fragments grossiers et assez volumineux; tandis qu'après avoir été ruminés, ils sont transformés en une pâte molle et demi-fluide : cette circonstance suffit par conséquent pour déterminer leur chute dans la panse ou leur passage dans le feuillet. Quant à l'espèce de régurgitation régulière par laquelle les aliments contenus dans la panse et le bonnet remontent dans la bouche pour être ruminés, elle est généralement attribuée à l'action du bonnet lui-même, qui, dit-on, saisit une portion de la masse alimentaire, la comprime de manière à en former une sorte de pelote arrondie et la pousse dans l'œsophage, dont les contractions vermiculaires de bas en haut achèvent le phénomène; mais, d'après les nouvelles expériences du physiologiste que nous venons de citer, il paraîtrait que la panse et le bonnet, en se contractant, poussent la masse alimentaire qu'ils contiennent entre les bords du demi-canal œsophagien, lequel, en se contractant à son tour, en saisit une portion, la détache et en fait une pelote destinée à remonter le long de l'œsophage.

La panse, avons-nous dit, est extrêmement grande; mais elle ne présente pas toujours les mêmes dimensions, et les changements qu'on y observe montrent combien les organes des animaux peuvent être modifiés par les circonstances où ils sont placés. En effet, pendant que les ruminants tettent et ne vivent que de lait, la panse est moins grande que la caillette, et elle ne prend son énorme volume qu'à mesure qu'elle reçoit dans son intérieur de l'herbe, substance peu nourrissante et dont l'animal est par conséquent obligé de manger des masses considérables.

§ 405. L'intestin, comme nous l'avons déjà dit, présente des différences très-considérables dans sa longueur et dans son ampleur, suivant que les aliments qui doivent y pénétrer sont fournis par le Règne animal ou par le Règne végétal : ainsi, dans beaucoup de

carnassiers, sa longueur n'est que d'environ trois ou quatre fois celle du corps, tandis que chez les herbivores elle est ordinairement de dix à douze fois et quelquefois de près de vingt-huit fois cette longueur (dans le mouton, par exemple). En général il se termine directement au dehors; mais quelquefois cependant il se rend dans une cavité nommée cloaque, où débouchent aussi les canaux urinaires : cette disposition se rencontre chez les ornithorinques, par exemple, et se retrouve encore dans la classe des oiseaux. Enfin les glandes salivaires, le foie, le pancréas, le péritoine et les autres annexes du canal digestif ressemblent presque toujours à ce que nous avons vu chez l'homme.

§ 406. Il en est de même de l'appareil de la circulation et de celui de la respiration. Le cœur présente partout quatre cavités bien distinctes, savoir : deux oreillettes et deux ventricules (voy. § 107, *fig.* 30, 31); toujours les poumons renferment aussi un nombre immense de très-petites cellules et ne laissent point passer l'air de leur intérieur dans les différentes parties du corps, ainsi que cela se voit chez les oiseaux.

Il est aussi à noter que dans cette classe d'animaux le sang est toujours très-riche en matières organisées et que ses globules sont presque toujours de forme circulaire (voy. § 81, *fig.* 27).

§ 407. Les mammifères sont de tous les animaux ceux qui se rapprochent le plus de l'homme sous le rapport intellectuel. Mais, à cet égard, ils présentent entre eux les différences les plus grandes; nous avons déjà eu l'occasion de le montrer (§ 337), et, si l'espace ne nous manquait ici, il nous serait facile de multiplier la preuve de cette inégalité. L'étude des mœurs des mammifères nous fournirait aussi des exemples curieux des divers genres d'instincts donnés à ces êtres par la nature pour suppléer au défaut de facultés plus élevées; mais l'étude de ces instincts nous a déjà occupés, et par conséquent nous pouvons nous dispenser d'y revenir en ce moment.

La classe des mammifères est aussi de toutes les divisions du Règne animal celle qui nous intéresse le plus par les services qu'elle rend à l'homme lui-même. En effet, c'est à elle qu'appartiennent presque tous nos animaux domestiques : le chien, le cheval, le mouton et le bœuf, par exemple, et chacun sait combien leur conquête nous a été utile. Notre domination sur ces êtres est devenue si complète que l'espèce primitive, vivant à l'état sauvage, a presque toujours disparu de la surface du globe, et par la domesticité nous sommes parvenus à exercer une influence considérable jusque sur les formes physiques et sur les qualités morales des individus

qui naissent des races ainsi subjuguées. Les différences qui caractérisent les diverses variétés de nos chiens domestiques, par exemple, sont immenses, et cependant tout porte à penser que c'est notre influence qui les a déterminés, et que ces variétés proviennent d'une souche commune, qui ne serait ni le loup ni le chacal, mais un chien peu différent de notre chien-loup ou de notre chien de berger.

Mais par quelle puissance pouvons-nous subjuguer ainsi des animaux, et comment, par la domesticité, pouvons-nous en modifier les formes et les qualités?

L'instinct de ces êtres les porte à fuir tout ce qui leur inspire de la défiance : ce n'est donc point par la violence que nous pourrions disposer un animal sauvage à l'obéissance. Il ne serait pas naturellement porté à se rapprocher de nous qui ne sommes pas de son espèce, et, au premier sentiment de crainte que nous lui ferions éprouver, il nous fuirait s'il était libre, ou nous prendrait en aversion s'il était captif. Ce n'est qu'en lui inspirant de la confiance que nous pouvons l'attirer et le rendre familier, et ce n'est que par les bienfaits que nous pouvons faire naître cette confiance.

Satisfaire les besoins naturels des animaux est l'un des premiers moyens à employer pour amener leur soumission. L'habitude de recevoir leur nourriture de notre main, en les familiarisant avec nous, nous les attache; et, comme l'étendue d'un bienfait est toujours en proportion des besoins qu'on en éprouve, leur reconnaissance est d'autant plus vive et plus profonde, que la nourriture que nous leur donnons leur est devenue plus nécessaire : aussi la faim est-elle entre nos mains un levier puissant pour ployer à la captivité tous les animaux; car, en même temps qu'elle fait naître des sentiments affectueux, elle produit un affaiblissement physique, qui, en réagissant sur la volonté, l'affaiblit à son tour. Si l'on ajoute à l'influence de la faim celle d'une nourriture choisie, et surtout, si, par des aliments que la nature ne leur fournissait pas, on parvient à flatter beaucoup le goût des animaux, on excite en eux une reconnaissance bien plus grande encore, et on développe d'une manière artificielle des besoins nouveaux que l'homme seul peut satisfaire (1); enfin, à ces moyens de captation on peut joindre aussi les caresses, dont l'influence sur certains animaux est extrême.

(1) C'est principalement au moyen de sucre et d'autres friandises que l'on parvient à dresser les chevaux, les cerfs, etc., aux exercices extraordinaires dont nos cirques nous rendent quelquefois les témoins.

Une fois que, par l'habitude et les bons traitements, la familiarité est établie et la confiance obtenue, l'homme peut faire sentir son autorité et appliquer des châtiments, afin de transformer les sentiments dont il veut réprimer la manifestation en celui de la crainte. Par l'association d'idées qui résultent de cette pratique, le premier de ces sentiments s'affaiblit peu à peu et quelquefois même finit par se détruire jusque dans son germe; mais l'emploi de la force ne doit jamais être sans limites; car les châtiments excessifs révoltent souvent, et d'autres fois la crainte, portée très-loin, trouble toutes les facultés. La veille forcée est aussi un puissant moyen d'affaiblir la volonté d'un animal et de le disposer à l'obéissance; car il ne sait pas rapporter la fatigue et le malaise qu'il en éprouve à celui qui en est réellement la cause, et, dans cet état, les sentiments affectueux occasionnés par les bienfaits éprouvent moins de résistance et s'enracinent plus profondément, tandis que, d'un autre côté, la crainte agit avec plus de promptitude et de force.

C'est, comme on le voit, par les besoins sur lesquels nous pouvons exercer quelque influence, et en réprimant la manifestation de certains sentiments par le développement de quelques autres, que nous parvenons à apprivoiser les animaux; mais tous les mammifères ne sont pas également sensibles aux bienfaits et par conséquent ne se laissent subjuguer ni avec la même facilité ni d'une manière aussi complète; souvent leurs passions sont trop violentes pour que l'animal parvienne jamais à les maîtriser et à devenir docile pour son maître. Souvent aussi leur défiance naturelle est si grande et la mobilité de leurs idées si excessive, qu'on ne saurait leur imposer aucune règle de conduite, et d'autres fois encore l'intelligence de ces êtres paraît trop bornée pour que le souvenir du bien-être persiste après que sa cause a cessé, et pour qu'ils associent dans leur mémoire le bienfait et le bienfaiteur.

Par ces moyens on parvient à dompter plus ou moins complétement un assez grand nombre d'animaux; mais de cet état d'asservissement individuel à la docilité complète et héréditaire, que la domesticité demande, il y a encore une grande différence. Pour obtenir ce résultat, il faut que les animaux soient en quelque sorte prédisposés à la domesticité par l'instinct de la sociabilité.

En effet, le sentiment qui les porte à vivre isolés et même à se fuir entre eux, ou qui les réunit en sociétés et les dispose à se laisser guider par un chef, le plus fort et le plus expérimenté de la troupe, exerce l'influence la plus grande sur leur aptitude à la domesticité

Aucun mammifère solitaire, quelque facile qu'il soit à apprivoiser, n'est devenu complétement domestique (1); tandis que presque tous les animaux dont la race est soumise à l'empire de l'homme vivent naturellement en troupes plus ou moins nombreuses. La sociabilité est une condition de la domesticité, et c'est en développant à notre profit, en dirigeant vers nous par nos bienfaits le penchant qui portait ces animaux à se réunir entre eux que l'homme est parvenu à lier leur existence à la sienne et à prendre sur eux l'autorité qu'aurait eue le chef de la troupe dont ils auraient fait partie s'ils avaient vécu dans l'état de nature.

Comme l'a très-bien démontré un habile zoologiste, Frédéric Cuvier, la disposition à la domesticité peut être considérée comme le développement extrême de l'instinct de la sociabilité, et la domesticité elle-même comme un état dans lequel les animaux sociables reconnaissent l'homme comme membre et comme chef de leur troupe.

§ 108. Nous comprenons maintenant comment l'homme peut soumettre à son empire des races entières d'animaux. Voyons comment il peut ensuite influer sur les formes et les qualités qu'ils apportent avec eux en naissant, et créer, pour ainsi dire, à son gré, des variétés nouvelles.

Une loi physiologique, généralement reconnue, est cette tendance qu'ont les animaux à ressembler à leurs parents non-seulement d'une manière générale, mais aussi par des particularités qui peuvent distinguer ces derniers. Dans l'espèce humaine, par exemple, les influences héréditaires se manifestent dans une foule de circonstances : conformation, facultés, caractères, infirmités même, se lèguent de génération en génération, et pour les animaux chez lesquels moins de circonstances étrangères viennent agir sur les individus et occasionner des perturbations dans cette répétition des mêmes formes et des mêmes qualités, la tendance des petits à ressembler aux auteurs de leurs jours est encore plus évidente. Or, tous les individus d'une même espèce ne possèdent pas au même degré les qualités physiques, morales et intellectuelles, dont chacun d'eux est doué, et par l'exercice ou par l'influence des conditions physiques nous pouvons, en l'exerçant, développer telle ou telle faculté, et augmenter par conséquent ces différences. Il s'ensuit que l'homme peut, dans certaines limites, modifier à volonté les races;

(1) Au premier abord, le chat paraît faire exception à cette règle ; mais le chat n'est pas dans la réalité un animal soumis à l'empire de l'homme : il vit dans nos habitations parce qu'il y trouve mieux qu'ailleurs à satisfaire ses besoins ; mais il ne nous obéit pas et n'est guère susceptible d'éducation.

car il est maître de choisir ou même de produire des différences individuelles transmissibles par hérédité et de régler la succession des générations, de façon à en écarter tout ce qui tendrait à éloigner la race du type qu'il veut produire, et il peut aussi agir sur les qualités héréditaires des petits, comme il l'a fait sur celles de leurs parents. Il en résulte qu'à chaque génération nouvelle, il fait un pas de plus vers le but qu'il s'était proposé; car il agit sur des individus déjà modifiés par suite de modifications imprimées à leurs parents (1).

En s'attachant à développer, de génération en génération, telle qualité ou telle particularité physique, nous pouvons donc la porter bien plus loin qu'il ne nous aurait été possible de le faire dans le principe, et nous pouvons créer des races artificielles, dont les caractères ne s'effaceront que lorsque des circonstances opposées à celles qui ont déterminé ces particularités viennent en détruire l'effet.

C'est aussi ce que nous faisons lorsqu'un intérêt puissant donne de la persévérance à nos efforts, et c'est de la sorte que de nos jours on a produit des races de moutons, de bœufs et de chevaux, caractérisées par des particularités des plus remarquables. Ainsi on avait remarqué que les moutons qui présentent certaines particularités de conformation s'engraissent beaucoup plus facilement que d'autres, et un des hommes qui ont rendu le plus de services à l'agriculture anglaise, Bakewell, en ayant soin de croiser des moutons chez lesquels ces caractères extérieurs se voyaient à un haut degré, est parvenu à créer une race des plus précieuses sous ce rapport. Le poids des quatre quartiers de la carcasse des grands moutons de la race wurtembergeoise, que l'on élève dans quelques-unes de nos provinces, comme étant particulièrement propres à fournir la viande

(1) Les limiers, qui ont été transportés en Amérique par les Espagnols, et qui n'étaient employés autrefois qu'à chasser le cerf ou l'homme, fournissent une preuve bien remarquable de l'influence de l'éducation individuelle sur les qualités héréditaires. Dans diverses parties de l'Amérique, sur le plateau de Santa-Fé, par exemple, ces chiens ont conservé les habitudes et les dispositions instinctives qui les rendaient jadis célèbres; mais chez les pauvres habitants des bords de la Madelaine ils se sont abâtardis, en partie par le mélange, en partie par le défaut d'une nourriture suffisante, et chez cette race dégénérée un nouvel instinct semble devenir héréditaire. La chasse à laquelle on emploie depuis long-temps presque exclusivement ces animaux est celle du pécari à mâchoire blanche. L'adresse du chien consiste à modérer son ardeur, à ne s'attacher à aucun animal en particulier, mais à tenir toute la troupe en échec; or, parmi ces chiens, on en voit maintenant qui, la première fois qu'on les mène au bois, savent déjà comment attaquer, tandis qu'un chien d'une autre espèce se lance tout d'abord, est environné, et, quelle que soit sa force, est dévoré dans un instant.

de boucherie, est de cinquante-deux à cinquante-cinq pour cent du poids total de l'animal ; tandis que, dans les moutons anglais de la race de *Dishley* ou *New-Leicester,* cette proportion s'élève à soixante-dix ou même à soixante-quinze. Nos agriculteurs savent aussi combien la finesse des laines s'accroît par des soins analogues, et combien, sous ce rapport, nos troupeaux de moutons indigènes ont été améliorés par leur mélange avec les mérinos de l'Espagne (1).

Enfin, les diverses races de chevaux, qui nous intéressent également à un si haut degré, sont aussi une preuve de l'influence de l'homme sur les animaux vivant sous son empire. Les chevaux que l'on élève dans nos établissements agricoles doivent en partie leur taille, leurs formes et leurs qualités à la race dont ils descendent ; mais les circonstances où ils sont placés pendant le jeune âge exercent sur eux, à la longue, une influence non moins grande. On remarque qu'en général le poulain tient de sa mère plus que de son père pour la taille et le volume ; tandis que, pour la forme de la tête, les pieds, le courage, la légèreté, etc., il ressemble davantage au dernier. Du reste, les défauts, comme les qualités, se transmettent de génération en génération, et, pour maintenir une race dans sa pureté ou pour l'améliorer, il faut avoir soin d'en écarter tous les individus qui ne possèdent pas les qualités que l'on désire obtenir. Pour faire disparaître un défaut, on croise pendant plusieurs générations des individus de cette race défectueuse avec d'autres ayant une disposition opposée, et en appareillant avec persévérance les chevaux qui possèdent telle ou telle perfection, on crée une race où elle devient héréditaire et générale. C'est en grande partie à des soins de cette nature que les chevaux arabes doivent leur célébrité si bien méritée. Les Arabes attachent une telle importance à la pureté de la race de leurs chevaux nobles, appelés *kochlani,* que leur filiation est toujours constatée par des actes authentiques : ils font remonter à près de deux mille ans la généalogie connue de plusieurs de ces beaux animaux, et il en est dont la lignée peut être démontrée par des preuves écrites pendant une série de quatre siècles. D'un autre côté, l'influence des croisements de race est également bien démontrée par des chevaux de course anglais ; car c'est au mélange des juments indigènes avec des étalons apportés de l'Orient qu'on doit la création de cette race, si remarquable par la finesse de ses formes et son étonnante rapidité. L'abondance plus

(1) Ce fut en 1776 que l'intendant des finances Daniel Trudaine tenta l'introduction des mérinos en France, et c'est à Daubenton, le collaborateur de Buffon, que l'on doit principalement le succès de cette tentative.

ou moins grande et la qualité de la nourriture, la sécheresse ou l'humidité du pays, les soins journaliers et même une foule de circonstances en apparence peu importantes, exercent aussi une influence puissante sur la taille, les formes et les qualités des chevaux. Pour en donner la preuve, nous pourrions montrer avec quelle rapidité dégénèrent les plus beaux chevaux anglais dans certaines localités, telles que le haras de Kopschan, sur les bords de la Morave; mais, sans aller si loin, nous trouverons des exemples encore plus frappants de la puissance modificatrice des circonstances extérieures. Si de deux poulains nés de la même race, en Lorraine, par exemple, l'un est transporté dans la Flandre et l'autre dans les herbages de la Normandie, au lieu de conserver les mêmes caractères, ils seront, à l'âge de cinq ans, presque aussi différents entre eux que s'ils provenaient de deux races distinctes : l'un deviendra un cheval de carrosse léger et élégant, l'autre un animal énorme presque incapable d'aller au trot, mais constitué pour traîner lentement les plus lourdes charges. Là où la nourriture est abondante et où, par la prévoyance de l'homme, elle ne manque en aucune saison, les chevaux sont ordinairement grands et étoffés, tandis que, dans les contrées où elle est peu abondante, même pendant une partie de l'année seulement, ces animaux n'acquièrent qu'une taille petite ou médiocre. Les physiologistes ont constaté quelque chose de semblable en étudiant les lois de la croissance de l'homme, et, pour nous convaincre de la vérité de cette observation, relativement aux chevaux, il suffit de comparer ceux qui, dans un même pays, appartiennent à de pauvres cultivateurs ou à de riches propriétaires. Le pâturage dans les prairies grasses et humides, celles qui conviennent le mieux pour l'engrais des bestiaux, tend à donner aux chevaux des formes lourdes et empâtées, à rendre leur peau épaisse et leur poil grossier, et à diminuer la vivacité de leur caractère. La nourriture fournie par les prairies sèches n'occasionne rien de semblable, et, lorsqu'on la rend encore plus substantielle par l'addition d'une proportion considérable de graines céréales, elle devient éminemment propre à conserver, et même à produire l'élégance des formes et l'énergie musculaire caractéristique d'une race noble. Lorsqu'une température un peu basse vient ajouter son influence à celle de l'humidité et d'une nourriture abondante et aqueuse, les chevaux acquièrent la taille la plus forte, mais deviennent en même temps le moins énergiques et le plus lymphatiques. Dans les pays très-chauds ou très-froids, au contraire, la croissance s'arrête plus tôt, et les grandes races ne tardent pas à perdre leur haute stature. Enfin, les soins journaliers que l'on prodigue à certains chevaux,

et qui manquent complétement à d'autres, ont aussi leur influence sur la beauté de ces animaux : ainsi, le bouchonnement fréquent, l'usage des couvertures, la précaution de nettoyer et de sécher les extrémités, et même de les entourer de bandes de flanelle, sont des circonstances qui ne laissent pas que de contribuer puissamment à donner aux chevaux anglais la netteté que l'on remarque dans la partie inférieure de leurs jambes, et à rendre leur peau et leurs poils d'une si grande finesse.

Ainsi, en modifiant les circonstances dans lesquelles un animal est placé, on imprime à son organisation certaines modifications; et en n'employant à la propagation de la race que des individus ainsi modifiés, l'homme parvient à donner à toute cette race un caractère particulier et des qualités qu'elle n'avait pas dans le principe. C'est probablement de la sorte qu'il a obtenu les races variées des chiens dont les formes sont si variées qu'au premier abord on a peine à croire qu'ils appartiennent à une seule et même espèce. Mais, du reste, cette puissance modificatrice a toujours des limites assez étroites, et elle n'efface jamais le cachet distinctif de l'espèce zoologique.

§ 409. **Classification des mammifères.** — Il existe, comme nous avons vu, des différences considérables parmi les mammifères, et ces modifications de structure servent de bases pour la division de cette classe en groupes d'un rang inférieur nommés *ordres*. La plupart de ces groupes sont si nettement séparés de tout ce qui les entoure qu'on ne peut avoir de doute sur leurs limites, et que tous les zoologistes s'accordent à les admettre comme formant autant de divisions naturelles; mais, dans d'autres, le type principal se modifie tellement qu'il se fait un passage presque insensible des uns aux autres, et que la ligne de démarcation devient très-difficile à établir. Tel mammifère, par exemple, a tout autant d'analogie avec le type qui représente l'ordre des quadrumanes qu'avec celui des édentés, et on peut, avec presque autant de raison, le placer dans l'une ou l'autre de ces divisions. Les différences qu'on rencontre dans ces séries d'animaux plus ou moins dissemblables ont aussi paru à quelques naturalistes plus importantes qu'à d'autres, et les ont portés à répartir ces êtres dans un nombre d'ordres plus considérable : aussi les auteurs n'adoptent-ils pas tous les mêmes bases pour la classification des mammifères, et ne sont-ils pas d'accord sur le mode le plus naturel de les distribuer.

La méthode que nous suivons ici, est, à peu de chose près, celle de Cuvier. Elle repose principalement sur les différences que les

mammifères présentent dans leur mode de développement et dans la conformation de leurs membres et de leur appareil de manducation, parties dont les modifications entraînent toujours avec elles une foule d'autres différences dans la structure de diverses parties du corps, dans les mœurs, et même dans l'intelligence.

§ 410. En ayant égard à l'ensemble de ces caractères, on est conduit à diviser d'abord la classe des mammifères en deux groupes désignés sous les noms de *monodelphiens* et de *didelphiens*.

Les MAMMIFÈRES MONODELPHIENS sont les plus nombreux et se distinguent principalement par leur mode de développement; ils ne viennent au monde que lorsqu'ils sont déjà pourvus de tous leurs organes, et avant la naissance ils tirent leur nourriture d'un lacis de vaisseaux sanguins nommés *placenta*. Il est aussi à noter que leur cerveau est plus parfait que chez les didelphiens, ses deux hémisphères étant liés entre eux par une large commissure nommée *mésolobe* ou corps calleux (§ 186); enfin les parois de l'abdomen ne sont jamais soutenues par des branches osseuses fixées sur le bord du bassin, comme nous le verrons dans la seconde grande division de cette classe. Les mammifères organisés de la sorte diffèrent beaucoup entre eux par la conformation générale de leur corps et se divisent pour cette raison en deux groupes secondaires : les *mammifères ordinaires* et les *mammifères pisciformes*.

§ 411. Les MAMMIFÈRES ORDINAIRES sont conformés pour vivre plus ou moins complétement à terre et sont tous pourvus de quatre membres; leur peau est garnie de poils, et leur corps ne se termine jamais par une nageoire semblable à celle des poissons. Ces animaux se divisent à leur tour en dix ordres : les bimanes, les quadrumanes, les carnassiers, les amphibies, les chéiroptères, les insectivores, les rongeurs, les édentés, les pachydermes et les ruminants. Les huit premiers de ces groupes sont pourvus de doigts flexibles dont l'extrémité n'est garnie d'une lame cornée que du côté dorsal et conserve en dessous la mollesse et la sensibilité nécessaire à l'exercice du toucher; on les désigne pour cette raison sous le nom de *mammifères onguiculés* ou à petits ongles, tandis que les pachydermes et les ruminants, dont l'extrémité du doigt est entouré par un sabot, sont appelés des *mammifères ongulés*.

§ 412. L'ORDRE DES BIMANES est principalement caractérisé par l'appropriation des membres antérieurs et postérieurs à des usages essentiellement distincts. Les membres postérieurs sont destinés, comme d'ordinaire, à soutenir et à mouvoir le corps, tandis que les membres antérieurs ne servent plus à la locomotion et agissent comme instruments de préhension et de toucher; aussi, non-seu-

lement les doigts qui les terminent sont longs, flexibles et soutenus à l'extrémité par un ongle aplati, mais encore l'un de ces appendices, le pouce, est disposé de façon à pouvoir s'opposer aux autres et à constituer avec eux une sorte de pince sensible, disposition qui n'existe pas aux membres postérieurs. L'existence de *mains* aux membres antérieurs seulement, suffirait pour distinguer les bimanes de tous les autres mammifères ordinaires ; mais ce caractère coïncide avec plusieurs autres particularités de structure dont l'importance physiologique est également très-grande. Ainsi le corps est organisé pour se mouvoir dans une position verticale ; l'appareil masticateur est composé de trois sortes de dents (§ 52) et indique par sa conformation que ces êtres sont des frugivores ; enfin le cerveau est plus développé et plus parfait que chez aucun autre animal.

Ce mode d'organisation ne se rencontre que chez un seul mammifère, l'HOMME. L'ordre des bimanes ne se compose, par conséquent, que d'une seule espèce qui, du reste, se distingue des autres animaux par ses facultés intellectuelles encore plus que par les caractères anatomiques dont il vient d'être question.

Les hommes, tout en se ressemblant entre eux par les caractères essentiels de leur organisation, présentent des variations assez grandes dans la couleur de leur peau, dans les traits de leur visage et dans les proportions de diverses parties de leur corps, et c'est pour exprimer ces différences que les naturalistes divisent l'espèce humaine en plusieurs *variétés*, dont les plus remarquables sont la *variété caucasique* ou blanche, la *variété mongolique* ou jaune, et la *variété éthiopique* ou nègre.

La *variété caucasique* se distingue par la beauté de l'ovale que forme sa tête, par le développement de sont front, la direction horizontale de ses yeux, le peu de saillie de ses pommettes et la teinte de sa peau ; elle est remarquable aussi par sa perfectibilité, car c'est elle qui a donné naissance à tous les peuples les plus civilisés de la terre. Elle occupe l'Europe, l'Asie occidentale et la partie la plus septentrionale de l'Afrique.

Dans la *variété mongolique*, la face est aplatie, le front bas et oblique, les pommettes saillantes, les yeux étroits et obliques, et la peau olivâtre. Les Chinois, les Japonais, les habitants des îles Philippines, Mariannes et Carolines appartiennent à cette race.

La *variété éthiopique* ou nègre se fait remarquer par la couleur noire de la peau, la saillie de la bouche, l'inclinaison de la ligne faciale, les cheveux crépus, etc. Elle peuple la plus grande partie de l'Afrique centrale et méridionale.

Les indigènes de l'Amérique ne paraissent appartenir à aucune des variétés dont nous venons de parler, et doivent probablement appartenir à une quatrième division de l'espèce humaine.

§ 413. L'ORDRE DES QUADRUMANES se compose des mammifères ordinaires qui ont le pouce opposable aux membres abdominaux aussi bien qu'aux membres thoraciques, et qui emploient tous ces organes aux doubles fonctions de la locomotion et du toucher. De même que les bimanes, ces animaux sont frugivores, et leur appareil dentaire se compose d'incisives, de canines et de molaires.



Fig. 187. *Maki à front blanc avec son petit.*

On range dans ce groupe les singes (*fig.* 91 et 113), les ouistitis (*fig.* 4), et les makis (*fig.* 187).

§ 414. L'ORDRE DES CARNASSIERS se compose également de mammifères ordinaires onguiculés, qui sont pourvus d'un appareil

dentaire complet ; mais chez ces animaux, le pouce n'est pas opposable aux autres doigts, et par conséquent il n'y a pas de main : les quatre membres sont conformés pour la marche, et l'ap-



Fig. 188. *Panthère.*

pareil digestif est adapté à un régime essentiellement carnassier ; ainsi les dents molaires, par exemple, au lieu d'être larges et bosselées comme dans les ordres précédents, s'élèvent en forme de crête tranchante et se rencontrant comme des lames de ciseaux, sont admirablement bien disposées pour couper de la chair (*fig.* 47).



Fig. 189. *Hyène.*

Nous citerons comme exemple de ce groupe le genre chat qui comprend le lion, le tigre, le léopard, etc., le genre chien dans lequel on range le loup et le renard, les genres hyène, ours, blaireau, putois, marte, loutre et genette.

§ 415. L'ordre des amphibies est formé par des mammifères dont l'organisation est très-analogue à celle des carnassiers, mais dont les membres ne sont pas propres à la marche et constituent des rames pour la natation ; aussi ces animaux passent-ils la plus

grande partie de leur vie dans l'eau. Les phoques et les morses appartiennent à cette division.



Fig 190. *Phoque.*

§ 416. L'ordre des chéiroptères se lie d'une manière étroite à celui des quadrumanes, mais il est caractérisé par une modification



Fig. 191. *Chauve-souris Oreillard.*

singulière des membres antérieurs, ces organes étant transformés en ailes, à l'aide d'un grand repli de la peau des flancs qui s'étend jusqu'aux doigts. Il est aussi à noter que, chez ces animaux, le cerveau est bien moins développé que dans les groupes précédents et que le système dentaire se compose encore de canines et d'incisives aussi bien que de molaires. Les uns sont frugivores, les autres sont insectivores, et dans le premier cas leurs molaires sont semblables à celles des quadrumanes, tandis que dans ceux qui vivent d'insectes, ces organes sont conformés de la même manière que dans l'ordre suivant. Les chauves-souris sont les représentants principaux de ce groupe.

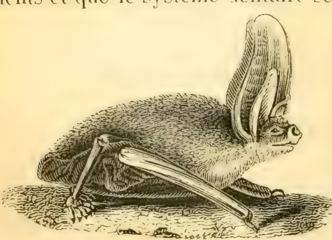


Fig. 192. *Oreillard* (marchant à terre).

§ 417. L'ORDRE DES INSECTIVORES se compose encore de mammifères ordinaires de la division des onguiculés, dont les quatre membres, conformés pour la marche, ne se terminent point par une main, et dont la bouche est armée de trois sortes de dents; mais ici les molaires, au lieu d'être tranchantes comme chez les carnassiers, sont hérissées de pointes coniques (*fig.* 18), ce qui les rend propres à saisir et à écraser les insectes destinés à servir d'aliments à ces animaux. Leur cerveau ressemble beaucoup à celui des chéiroptères et n'offre pas de circonvolutions comme chez les bimanes, les quadrumanes, les carnassiers, les amphibies. La plupart des insectivores vivent plus ou moins complétement sous terre et s'engourdissent en hiver. Nous citerons comme exemples de ce groupe la taupe (*fig.* 182), le hérisson, le desman (*fig.* 178) et la musaraigne (*fig.* 193).



Fig. 193. *Musaraigne.*

§ 418. L'ORDRE DES RONGEURS comprend les mammifères ordinaires onguiculés, dont la bouche est armée de fortes incisives et de molaires, mais manque de canines. La disposition de ces dents les rend propres à ronger des substances végétales très-dures, telles que des écorces et des racines, et le régime de ces animaux se compose principalement de ces matières. Le cerveau des rongeurs ressemble beaucoup à celui des insectivores et leur intelligence est très-bornée, mais plusieurs sont doués de facultés instinctives très-remarquables. Les écureuils (*fig.* 98),

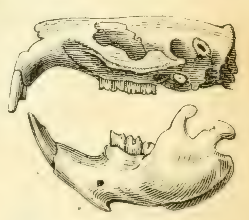


Fig. 194. *Tête d'un rongeur.*



Fig. 195. *Campagnol ordinaire.*

les marmottes, les rats, les hamstus (*fig.* 99), les campagnols (*fig.* 195), les lièvres, les castors (*fig.* 108), les porcs-épics (*fig.* 170), et plusieurs autres animaux conformés d'après le même plan général, prennent place dans cette division.

§ 419. L'ORDRE DES ÉDENTÉS semble établir le passage entre les mammifères onguiculés et les ongulés, car leurs ongles prennent un grand développement et enveloppent en grande partie l'extrémité des doigts; mais ce qui les caractérise surtout est l'absence de dents sur le devant de la bouche (*fig.* 196). L'appareil masticateur ne se compose que des molaires et des canines, et quelquefois même manque complétement (*fig.* 22); aussi les édentés se nourrissent-ils principalement d'insectes mous ou de feuilles faciles à arracher. Nous citerons comme exemples de ce groupe les tatous, les pangolins et les fourmiliers.

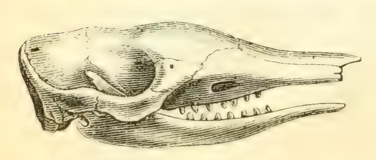
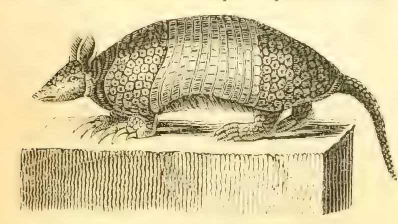


Fig. 196. *Tête de Tatou.*



Fig, 197. *Le Tatou cabassou.*

§ 420. L'ORDRE DES PACHYDERMES appartient à la division des mammifères à sabots, et se compose de tous les *ongulés* dont l'appareil digestif est conformé de la manière ordinaire et n'est pas disposé pour la rumination. Ces animaux sont remarquables par l'épaisseur de leur peau; leur cerveau présente des circonvolutions nombreuses, à peu près comme chez les carnassiers, et ils sont tous plus ou moins complétement herbivores. Les uns ont le nez prolongé en une longue trompe préhensile, et sont nommés pour cette raison les *proboscidiens;* les éléphants (*fig.* 176) sont dans ce cas. D'autres pachydermes se distinguent par la conformation de leurs pieds qui ne sont pas divisés au bout et se terminent par un doigt unique garni d'un seul sabot; ce sont les diverses espèces du genre cheval (telles que le cheval proprement dit, l'âne et le zèbre) qui offrent ce caractère et il leur a valu le nom commun de *solipèdes*. Enfin les *pachydermes ordinaires* ont les pieds terminés par des doigts dont le nombre varie de 2 à 4 : le sanglier, le tapir.

le rhinocéros (*fig.* 173), l'hippopotame (*fig.* 199) appartiennent à ce groupe.



Fig. 198. *Zèbre.*

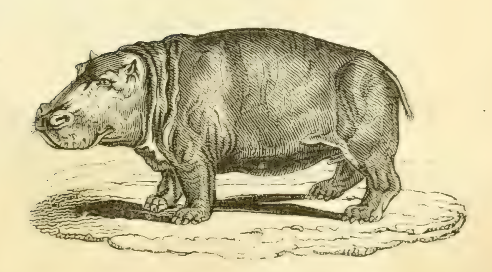


Fig. 199. *Hippopotame.*

§ 421. L'ordre des ruminants se distingue non-seulement des autres mammifères ongulés pachydermes, mais encore de tous les groupes précédents, par l'existence de quatre estomacs disposés pour la rumination (§ 404). Ces animaux sont essentiellement herbivores et manquent de dents sur le devant de la mâchoire supérieure; enfin ils ont tous le pied fourchu, et c'est seulement parmi eux qu'on rencontre des espèces dont le front est armé de cornes soutenues par un axe osseux. Les principaux représentants de cette division sont les bœufs, les moutons, les chèvres et les cerfs; mais on y range aussi les antilopes, la girafe (*fig.* 200), les chameaux, les lamas, etc.



Fig. 200. *Girafe.*

§ 422. La division des MAMMIFÈRES PISCIFORMES ne comprend qu'un seul ordre, celui des CÉTACÉS, dont la conformation est adaptée à une vie tout aquatique, et dont la forme extérieure est celle d'un poisson plutôt que d'un mammifère ordinaire. Ici les membres postérieurs manquent, et les membres thoraciques sont transformés en nageoires ; enfin la queue se termine aussi par une

large nageoire horizontale. Les marsouins (*fig.* 168), les dauphins, les cachalots et les baleines (*fig.* 201) appartiennent à cet ordre.

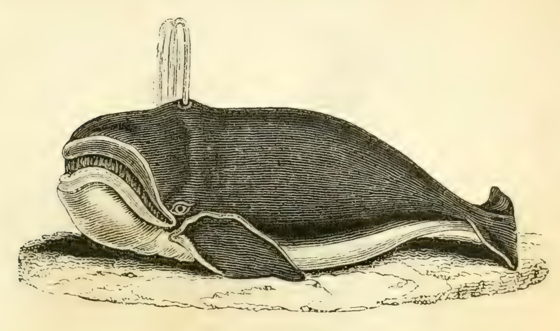


Fig. 201. *Baleine.*

§ 423. La division des MAMMIFÈRES DIDELPHIENS se distingue par plusieurs caractères d'une grande importance physiologique ; en général les petits naissent dans un état d'imperfection extrême, et il paraît que durant leur vie embryonaire ils ne tirent pas leur nourriture d'un placenta, comme cela a lieu chez les mammifères ordinaires. Le cerveau est moins parfait que dans la division précédente et manque de mésolobe ou corps cailleux ; enfin il existe toujours chez ces animaux deux tiges osseuses (appelées *os marsupiaux*) qui, fixées par leur extrémité postérieure au-devant du bassin, s'avancent entre les muscles du bas-ventre et servent à soutenir les parois de cette cavité viscérale (*fig.* 181).

Ce groupe se compose de deux ordres : les *marsupiaux* et les *monothrèmes*.

§ 424. L'ORDRE DES MARSUPIAUX est principalement caractérisé par l'existence d'une sorte de poche destinée à contenir les petits pendant les premiers temps qui suivent leur naissance. Cette poche est formée par deux replis de la peau du ventre, et renferme les mamelles, auxquelles les jeunes se fixent; ceux-ci y arrivent dans un état d'imperfection extrême et y achèvent leur développement (*fig.* 169). Le régime des marsupiaux varie beaucoup ; les uns sont carnassiers, d'autres sont insectivores, d'autres encore sont herbivores, et il en est dont la structure rappelle exactement celle des rongeurs parmi les mammifères ordinaires. Il est aussi à noter que presque tous

ces animaux appartiennent à la Nouvelle-Hollande. Les sarigues (*fig.* 169), les phalangers et les kanguroos (*fig.* 202) sont les principaux représentants de ce groupe singulier.



Fig. 202. *Kanguroo.*

§ 425. Enfin l'ORDRE DES MONOTHRÈMES semble établir le passage entre les mammifères et les vertébrés ovipares. L'intestin, au lieu de s'ouvrir directement au dehors comme chez les mammifères ordinaires, débouche dans un cloaque commun, de la même manière que chez les oiseaux; l'appareil de la reproduction présente aussi



Fig. 203. *Ornithorhinque.*

des anomalies très-grandes et le système dentaire est rudimentaire; quelquefois les mâchoires sont garnies de lames cornées qui ressemblent beaucoup à un bec de canard. On ne connaît que deux genres ayant ce mode d'organisation, savoir, les ornithorhinques et (*fig.* 203) les échidnés.

CLASSE DES OISEAUX.

§ 426. La classe des oiseaux, qui comprend tous les animaux à squelette intérieur les mieux organisés pour le vol, est une des subdivisions du règne animal les plus distinctes et les plus nettement caractérisées, soit que l'on considère seulement la configuration extérieure de ces êtres, soit que l'on s'attache exclusivement aux particularités de leur structure intérieure, ou à la manière dont leurs fonctions s'exécutent. Pour définir ce groupe, il suffirait de dire que les oiseaux sont des *animaux vertébrés ovipares*, *dont la circulation est double et complète;* mais, pour donner une idée exacte de ses principaux caractères, il faut ajouter que *la respiration des oiseaux est aérienne et double*, c'est-à-dire qu'au lieu de s'effectuer dans les poumons seulement, comme celle des mammifères et des reptiles, elle s'opère en même temps dans ces organes et dans la profondeur de toutes les parties du corps; que leur *sang est chaud* comme celui des mammifères; enfin, que leurs *membres antérieurs ont la forme d'ailes*, et que leur *peau est garnie de plumes*.

La conformation de ces animaux ne varie que peu, et est en rapport avec le mode de locomotion auquel ils sont essentiellement destinés. Ils n'atteignent presque jamais une grande taille, et la présence d'une quantité considérable d'air dans l'intérieur de leur corps les rend très-légers.

§ 427. Les plumes qui couvrent tout le corps des oiseaux sont des productions très-analogues aux poils des mammifères, mais d'une structure plus compliquée. On peut, en général, y distinguer un tube corné qui en occupe la partie inférieure et qui est percé à son extrémité, une tige qui surmonte ce tube, enfin des barbes qui naissent de chaque côté de la tige, et sont elles-mêmes garnies de barbules, lesquelles paraissent quelquefois, à leur tour, frangées sur le bord.

L'organe sécréteur destiné à former la plume se nomme *capsule*, et acquiert souvent une longueur considérable. D'après des obser-

vations de Frédéric Cuvier, il paraîtrait que la capsule croît pendant toute la durée du développement de la plume, et qu'à mesure que sa base s'allonge son extrémité meurt et se dessèche dès qu'elle a formé la portion correspondante de cet appendice. Chacun de ces petits appareils se compose d'une gaîne cylindrique, revêtue à l'intérieur de deux tuniques unies par des cloisons obliques et d'un bulbe central. La substance de la plume se dépose à la surface du bulbe, et, pour former les barbes, se moule en quelque sorte dans les espaces que les petites cloisons dont nous venons de parler laissent entre elles. Dans la portion correspondant à la tige, le bulbe est en rapport avec la surface inférieure de celle-ci, et, après y avoir déposé une substance spongieuse, se dessèche et meurt; mais, là où le tronc de la plume est tubulaire, la lame de matière cornée que cet organe sécréteur dépose se contourne autour de lui et l'enveloppe complétement; cependant le bulbe, lorsqu'il a rempli ses fonctions, ne s'en dessèche pas moins, et il forme, en se flétrissant, une série de cônes membraneux emboîtés les uns dans les autres, qui remplissent l'intérieur du tube, et sont appelés l'*âme de la plume*.

La plume nouvelle est d'abord renfermée dans la gaîne de sa capsule, qui est souvent saillante de plusieurs pouces hors de la peau et se détruit peu à peu. La plume se montre alors à nu, et ses barbes, roulées dans le principe, s'étalent latéralement; l'extrémité de son tuyau reste implantée dans le derme, mais en général s'en détache facilement, et, à une certaine époque, tombe pour faire place à une plume nouvelle. Ce renouvellement des plumes, qui est appelé *mue*, s'effectue en général chaque année après la saison de la ponte, et a quelquefois lieu deux fois dans la même année, en automne et au printemps; il arrive plus tôt pour les vieux individus que pour les jeunes, et c'est pour l'oiseau une époque de malaise pendant laquelle il perd la voix.

La forme de ces appendices tégumentaires varie beaucoup : on en connaît qui manquent de barbes et qui ressemblent à des piquants de porc-épic; l'aile du casoar (*fig.* 204) en offre quatre ou cinq; d'autres dont les barbes sont roides et garnies de barbules qui s'accrochent entre elles, de façon à former une grande lame que l'air ne traverse pas (celles qui garnissent les ailes de l'aigle et du corbeau, par exemple); d'autres encore dont les barbes et les barbules sont longues, flexibles et ne s'accrochent pas, ce qui leur donne une légèreté et une mollesse extrêmes (comme celle de la queue et des ailes de l'autruche); enfin, il en est qui ressemblent à un simple duvet (celles appartenant à certaines cigognes, et con-

nues sous le nom de *marabouts*, sont dans ce cas). Enfin, leurs couleurs sont variées à l'infini, et souvent surpassent en beauté et en éclat celles des plus belles fleurs ou des pierres les plus



Fig. 204. *Casoar à casque.*

brillantes. En général, les femelles ont un plumage moins riche que le mâle, et il est rare que le jeune oiseau présente les couleurs qu'il conservera toute sa vie ; souvent elles changent deux ou trois ans de suite, et quelquefois l'adulte a un plumage d'été tout à fait différent de celui de l'hiver. Enfin, il est aussi à noter que chez les oiseaux aquatiques ces appendices tégumentaires sont enduits d'une matière grasse qui les rend imperméables à l'eau, ce qui leur permet de préserver la peau de l'animal du contact du liquide dans lequel il est en partie plongé.

§ 428. Le squelette qui détermine la forme générale des oiseaux, et qui est en même temps l'une des parties les plus importantes de l'appareil du mouvement, se compose à peu près des mêmes éléments que chez les mammifères; mais la forme et la disposition de plusieurs de ses os sont différentes, et à volume égal ils sont

aussi plus légers, car la plupart d'entre eux sont creusés par de nombreuses cellules remplies d'air.

Sacrum. Omoplate. Humérus.
Vertèbres cervicales.
Coccyx.
Clavicule.
Sternum.
Tibia.
Phalange.
Tarse.

Fig. 205. Squelette du Goëland.

La tête de ces animaux (*fig.* 206) est, en général, petite; dans le très-jeune âge, le crâne se compose des mêmes os que chez les

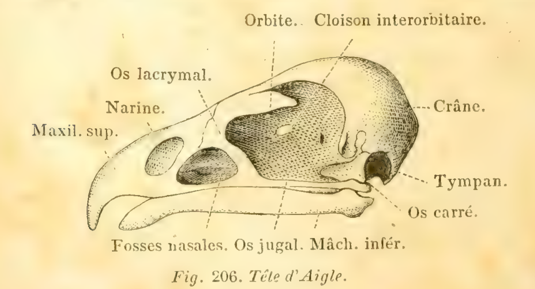


Fig. 206. Tête d'Aigle.

mammifères (savoir : deux os frontaux, deux pariétaux, un occipital, deux temporaux, un sphénoïde et un ethmoïde) ; mais toutes ces parties se soudent de fort bonne heure, et cessent alors d'être reconnaissables. La face est formée, en majeure partie, par les mâchoires, qui sont très-allongées et qui, étant destinées à constituer le principal organe de préhension, varient beaucoup sous le rapport de leur grandeur et de leur forme, suivant la nature des objets dont l'oiseau lui-même aura besoin de s'emparer. La mandibule supérieure est unie au front de façon à conserver quelque mobilité ; et l'inférieure, au lieu de s'articuler directement au crâne par un condyle saillant comme chez les mammifères, est suspendue à un os mobile, nommé *os tympanique* ou *os carré*, qui est l'analogue d'une portion du temporal détachée en quelque sorte du rocher, auquel elle est soudée dans la classe précédente. Il est aussi à noter que chacune des branches de cette mâchoire est composée de deux pièces au lieu d'être formée d'un seul os, et que c'est par une fossette qu'elle s'articule avec l'os tympanique.

L'articulation de la tête avec la colonne vertébrale permet des mouvements plus étendus que chez les mammifères, car elle se fait par un seul condyle, espèce de pivot demi-sphérique, situé sur la ligne médiane du corps, au bas du grand trou occipital, et reçu dans une fossette correspondante de l'atlas.

§ 429. Le cou des oiseaux est, en général, beaucoup plus long et plus mobile que celui de la plupart des mammifères ; comme le bec est presque toujours l'unique organe de préhension à l'aide duquel ils ramassent à terre leurs aliments, la portion cervicale de la colonne vertébrale (*fig.* 205) devient d'autant plus longue que ces animaux sont plus élevés sur leurs pattes, et, lorsqu'ils sont essentiellement nageurs (comme le cygne) et doivent plonger la tête dans l'eau pour s'emparer de leur proie, dans bien des cas la longueur de leur cou dépasse notablement la hauteur de leur tronc. Le nombre des vertèbres qu'on y compte varie beaucoup, suivant les espèces ; ordinairement, il y en a de douze à quinze, mais quelquefois on n'en trouve pas autant, et d'autres fois il en existe plus de vingt (chez le cygne, par exemple) ; elles sont très-mobiles les unes sur les autres, et, par la nature de leurs facettes articulaires (1), le cou se ploie en S, de façon à se raccourcir ou s'al-

(1) Ces surfaces articulaires sont concaves dans un sens et convexes dans l'autre, de façon à s'emboîter mutuellement. A la partie supérieure du cou elles permettent librement la flexion en avant, tandis qu'à la partie moyenne elles sont, au

longer, suivant que ses courbures augmentent ou s'effacent. Cette disposition est surtout remarquable chez les oiseaux de rivage, tels que les cigognes, qui, pour saisir leur proie, ont besoin de darder leur bec avec une grande rapidité à une distance considérable. L'action des muscles destinés à mouvoir cette partie est aussi facilitée par l'existence d'apophyses nombreuses servant à leur insertion.

Chez presque tous les oiseaux les vertèbres du dos sont au contraire tout à fait immobiles : et on comprend facilement la nécessité de cette disposition chez les animaux conformés pour le vol ; car cette portion de la colonne épinière, servant à soutenir les côtes et fournissant par conséquent un point d'appui aux ailes, doit avoir une grande solidité En général, ces vertèbres sont même soudées entre elles; mais, chez les oiseaux qui ne volent pas, comme le casoar et l'autruche (*fig.* 136), elles conservent de la mobilité. Les vertèbres lombaires et sacrées se réunissent toutes en un seul os, ayant les mêmes usages que le sacrum de l'homme. Enfin, les vertèbres coccygiennes sont petites et mobiles; la dernière, qui supporte les grandes plumes de la queue, est ordinairement plus grande que les autres, et relevée d'une crête saillante (*fig.* 205).

§ 430. Les *côtes* des oiseaux présentent aussi quelques particularités de structure qui tendent encore à donner de la solidité au thorax. Le cartilage qui, chez les mammifères, les fixe au sternum, est remplacé ici par un os; et chacune d'elles porte à sa partie moyenne une apophyse aplatie qui se dirige obliquement en arrière au-dessus de la côte suivante, de façon que tous ces os prennent des points d'appui les uns sur les autres.

Mais la partie la plus remarquable de la charpente osseuse du thorax est le sternum (*fig.* 207), qui, servant à donner insertion aux muscles du vol, prend chez les oiseaux un développement extrême et constitue un grand bouclier convexe, et ordinairement carré, qui recouvre le thorax et une grande partie de l'abdomen. Chez le casoar et l'autruche (*fig.* 136), qui ne peuvent pas s'élever dans les airs et qui n'ont que des ailes rudimentaires, le sternum ne présente point de crête à sa face externe, mais chez les autres oiseaux on y remarque une espèce de carène saillante et longitudinale nommée le *bréchet* (*b*, *fig.* 207), qui sert à donner plus de force aux muscles abaisseurs de l'aile.

contraire, disposées de façon à ne permettre que le renversement en arrière; enfin à la base du cou elles changent encore de structure et redeviennent propres aux mouvements de flexion en avant.

§ 434. Les os de l'épaule sont également disposés de la manière la plus favorable à la puissance des ailes. L'omoplate (*o*) est étroite, mais très-allongée dans le sens qui est parallèle à l'épine, et s'appuie sur le sternum non-seulement par l'intermédiaire de la clavicule ou fourchette (*f*), mais aussi à l'aide d'un autre os qui remplit les fonctions d'une seconde clavicule et qui est appelé *os coracoïdien* (*c*), parce qu'il paraît être l'analogue de l'apophyse coracoïde de l'omoplate humaine. Les clavicules des deux côtés se soudent presque toujours par leur extrémité antérieure en forme de V dont la pointe est dirigée en bas et attachée au bréchet ; et les os coracoïdiens constituent des arcs-boutants qui, avec la fourchette, maintiennent les épaules écartées et offrent à l'humérus un point d'appui d'autant plus solide que l'animal est meilleur voilier. Chez les oiseaux qui ne volent que peu ou point, les clavicules n'offrent, au contraire, qu'un faible développement. Ainsi, dans certains perroquets terrestres de l'Australasie, ces os sont réduits à un état tout à fait rudimentaire ; chez les casoars et l'autruche d'Amérique, ils ne sont représentés que par de petits stylets ; chez l'autruche d'Afrique et les toucans, il atteignent presque le sternum, mais ne se réunissent pas entre eux inférieurement ; enfin, chez quelques hiboux ils sont unis par un cartilage, tandis que chez les oiseaux ordinaires leur soudure est complète, et que souvent même ils vont s'appuyer directement sur le sternum, au moyen d'une prolongement médian qui naît de cette soudure.

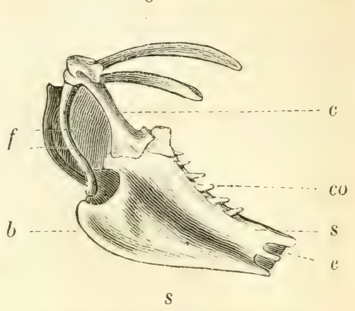


Fig. 207. *Os de l'épaule et sternum* (1).

Les membres antérieurs des oiseaux ne servent jamais ni à la marche, ni à la préhension ni au toucher, mais forment des espèces de rames très-étendues, nommées *ailes*. En parlant des chauves-souris, nous avons déjà vu un exemple de la transformation des membres thoraciques en un organe de locomotion aérienne ; chez ces animaux c'est un repli de la peau qui sert à frapper l'air, et pour la soutenir les doigts prennent une longue extrémité ; mais

(1) *s* sternum ; — *e* échancrure du sternum ; — *co* origine des côtes sternales ; — *b* bréchet ; — *f* fourchette ou clavicules furculaires ; — *c* os coracoïdien ; — *o* omoplate ; — *m* membrane fibreuse qui s'étend de la fourchette au sternum.

chez les oiseaux ces larges rames sont d'une autre nature : elles sont formées de plumes roides qui n'ont besoin d'être fixées que par leur base, et la main, par conséquent, ne présente plus les divisions digitales, qui nuiraient à sa solidité et ne seraient d'aucune utilité; elle a la forme d'une espèce de moignon aplati et presque immobile (*fig.* 90, 205). La conformation des bras et de l'avant-bras ne diffèrent que peu de celle de l'homme; l'humérus ne présente rien de particulier; le radius et le cubitus ne peuvent tourner l'un sur l'autre, et sont en général d'autant plus longs que le vol est plus puissant. Le carpe se compose de deux petits os placés sur le même rang et suivis du métacarpe, qui présente deux branches soudées par leurs extrémités; au côté radial de la base de cette dernière partie de la main, s'insère un pouce rudimentaire; enfin à son extrémité se trouve un doigt médium composé de deux phalanges, et un petit stylet représentant un doigt externe.

§ 132. Les pennes ou grandes plumes des ailes sont appelées *rémiges*, et c'est de leur longueur plus encore que de celle des os du bras, de l'avant-bras ou de la main que dépendent l'étendue des ailes et la puissance du vol. Chaque fois que l'oiseau veut frapper l'air, il élève l'humérus et avec lui l'aile encore ployée; puis il la déploie en étendant l'avant-bras, ainsi que la main, et l'abaisse subitement; l'air qui résiste à ce mouvement lui fournit alors un point d'appui, sur lequel il se soulève : il se lance ainsi comme un projectile, et, une fois l'impulsion donnée à son corps, il incline ou reploie l'aile pour diminuer autant que possible la résistance nouvelle que le fluide ambiant oppose à sa course. Cette résistance et la gravitation qui tend à faire tomber tous les corps vers le centre de la terre diminuent graduellement la vitesse que l'oiseau a acquise par cette percussion de l'air, et s'il ne fait pas de nouveaux mouvements il ne tardera pas à descendre; mais si, avant que la vitesse acquise par le premier coup d'aile soit anéantie, il en donne un second, il ajoutera une vitesse nouvelle à celle qu'il avait encore, et se déplacera par un mouvement accéléré. Tel est, en effet, le mécanisme du vol.



Fig. 208. *Aile de Faucon* (1).

Pendant que l'oiseau est ainsi suspendu dans l'air, ce sont ses ailes qui supportent tout le poids de son corps; et pour qu'il puisse con-

(1) *a* rémiges primaires ou pennes de la main; — *b* rémiges secondaires ou pennes de l'avant-bras; — *d* pennes bâtardes ou pennes du pouce.

server dans cette position son équilibre, il faut que son centre de gravité (§ 285) soit placé à peu près sous les épaules et aussi bas que possible ; c'est pour cela que, pendant le vol, il porte en général sa tête en avant en tendant le cou, et que son tronc, au lieu d'être allongé comme celui des mammifères, est toujours ramassé et ovalaire.

Il est évident que la résistance de l'air est d'autant plus grande que la masse de ce fluide frappée à la fois par les ailes est plus considérable, et par conséquent que, plus les ailes seront étendues, plus aussi, toutes choses égales d'ailleurs, la vitesse acquise par l'abaissement de ces rames sera grande ; il en résulte que non-seulement les oiseaux à longues ailes pourront voler plus vite que ceux à ailes courtes, mais aussi pourront se soutenir plus longtemps dans l'air, car ils ne seront pas obligés de répéter aussi souvent les mouvements de ces organes, et par conséquent aussi se fatigueront moins vite. Et, en effet, tous les oiseaux remarquables par leur vol rapide et soutenu ont de grandes ailes, tandis que ceux dont les ailes sont courtes ou médiocres, comparativement au volume du corps, volent avec bien moins de vitesse et sont condamnés à des repos plus fréquents.

Parmi les oiseaux remarquables par la puissance de leur vol, nous citerons le condor et les frégates (*fig.* 209). Le condor ou grand



Fig. 209. *La Frégate.*

vautour des Andes a plus de quatre mètres d'envergure et s'élève plus haut qu'aucun oiseau ; on le voit tantôt au bord de la mer, tantôt planant au-dessus du Chimborazo, c'est-à-dire à un niveau

de près de sept mille mètres au-dessus du premier point. Sa demeure habituelle est sur la crête des rochers de la Cordillière des Andes, immédiatement au-dessous de la limite des neiges perpétuelles, à un niveau de trois mille trois cents à quatre mille huit cents mètres au-dessus du niveau de la mer ; c'est de ces pitons escarpés qu'il descend dans les vallons et dans la plaine pour chercher sa nourriture, qui consiste principalement en cadavres de grands mammifères ; on prétend même que, réunis plusieurs ensembles, ils peuvent tuer facilement des bœufs, et qu'ils sont assez puissants pour enlever dans leurs serres des moutons et des lamas, et les transporter ainsi jusqu'à la cime du Chimborazo et des autres montagnes les plus élevées de la chaîne des Andes. Les frégates, qui ont les ailes encore plus longues proportionnellement à leur taille et qui habitent les mers tropicales, ont le vol si puissant qu'elles peuvent s'éloigner de terre à des distances de plus de quatre cents lieues.

Pour s'élever verticalement, il faut que les ailes de l'oiseau soient entièrement horizontales ; mais ce n'est pas ordinairement le cas : en général, elles sont inclinées d'avant en arrière de façon à imprimer à l'animal un mouvement ascensionnel oblique ; quelquefois même cette inclinaison est telle que pour monter à peu près verticalement dans l'atmosphère l'oiseau est obligé de voler contre le vent. La longueur relative des rémiges influe sur la facilité avec laquelle il peut s'élever dans un air calme ; les oiseaux dont les rémiges antérieures sont les plus longues et les plus résistantes a leur extrémité, ont le vol plus oblique que ceux dont l'aile est tronquée au bout.

Ainsi, les faucons, qui ont les ailes pointues (*fig.* 208), ne peuvent s'élever qu'en zigzag, comme un vaisseau qui court des bordées, ou bien en volant contre le vent ; tandis que les éperviers, les aigles et les autres oiseaux de proie dits ignobles, dont les ailes sont tronquées au bout (*fig.* 210), peuvent s'élever verticalement.



Fig. 210. *Aile d'un Épervier* (1).

(1) *a*, *a* rémiges primaires ; — *b* rémiges secondaires.

Lorsque l'oiseau veut s'élever de terre, il prend son premier élan en sautant sur ses pieds et en étendant ses ailes de façon à pouvoir frapper l'air avant de retomber sur le sol ; ceux qui ont les ailes très-longues ont besoin de plus d'espace pour les abaisser ; et il en résulte que si leurs pieds sont en même temps trop courts pour leur permettre de sauter très-haut, ils ne peuvent que difficilement prendre leur essor. Les martinets sont dans ce cas.

Les pennes de la queue servent aussi aux oiseaux pour se diriger dans leur vol ; ils les étalent et les relèvent ou les abaissent comme un gouvernail pour augmenter ou diminuer l'obliquité de leur course, et, en les inclinant, s'en aident aussi lorsqu'ils veulent changer leur direction.

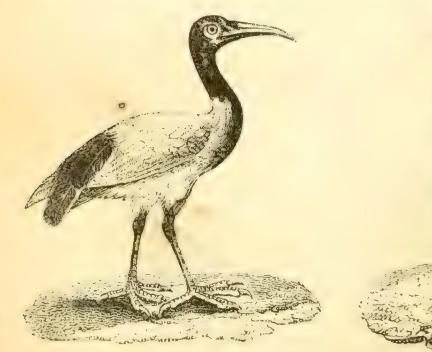
§ 433. Lorsque l'oiseau pose, ce sont ses membres postérieurs qui seuls lui servent de soutien ; c'est donc un animal réellement bipède, et, comme tel, il doit avoir le bassin large et fixé solidement à la colonne vertébrale. Les os des hanches, en effet, sont extrêmement développés chez les oiseaux, et ils ne forment, avec les vertèbres sacrées et lombaires, qu'une seule pièce (*fig.* 205). En général, cette ceinture osseuse est incomplète en avant ; les pubis ne se réunissent pas entre eux, et la portion ischiatique, au lieu d'être séparée du sacrum par une large échancrure, se soude à cet os par sa partie postérieure, et transforme l'échancrure en un trou. L'os de la cuisse est court et droit, et la jambe se compose, comme chez la plupart des mammifères, d'un tibia, d'un péroné et d'une rotule ; seulement le péroné se soude au premier avant d'arriver à sa partie inférieure. Un seul os, qui fait suite à la jambe, représente le tarse et le métatarse, et porte à son extrémité inférieure les doigts qui sont ordinairement au nombre de quatre ; il n'en existe jamais davantage ; mais quelquefois le doigt, externe ou l'interne, que l'on désigne sous le nom de pouce, ou même tous les deux disparaissent, de manière qu'il n'en existe plus que trois, ou seulement deux (*fig.* 215). Le nombre des phalanges va presque toujours en augmentant régulièrement depuis deux jusqu'à cinq, du pouce au doigt externe qui en a toujours le plus. Enfin de ces quatre doigts trois seulement sont ordinairement dirigés en avant, tandis



Fig. 211. *Pic (moyen épeiche).*

que le pouce est dirigé en arrière; quelquefois le doigt externe se porte aussi en arrière, et cette disposition est surtout remarquable chez les oiseaux grimpeurs, tels que les perroquets, les toucans et les pics (*fig.* 211).

Nous avons dit, il y a un instant, que, pendant le vol, le centre de gravité du corps de l'oiseau doit se trouver sous les épaules; pour qu'il reste en équilibre sur ses pattes, qui sont situées à l'arrière du tronc, il faut que ces organes puissent se ployer assez en avant, et que les doigts soient assez longs pour avancer au delà du point où tomberait une ligne verticale passant par le centre de gravité, ou bien que ce centre lui-même se porte en arrière, de façon à se trouver au-dessus de la base de sustentation. Cela explique l'utilité de la grande flexion de la cuisse et de l'obliquité du tarse sur la jambe; lorsque le pied est grand et que le cou peut se reployer de façon à porter la tête en arrière, l'équilibre s'établit ainsi, sans que le corps s'éloigne beaucoup de la position horizontale (*fig.* 212); mais lorsque le cou est court, la tête grosse et les doigts de longueur médiocre, l'animal est obligé de prendre, pendant la station ou la marche, une position presque verticale (*fig.* 213). C'est pour conserver



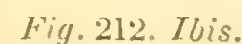


Fig. 212. *Ibis.*



Fig. 213. *Manchot.*

plus facilement l'équilibre que les oiseaux placent en général leur tête sous leur aile pendant qu'ils dorment perchés sur une seule patte. Chez plusieurs de ces animaux, cette position est rendue singulièrement commode par une particularité dans la structure de l'articulation du genou. Chez l'homme et la plupart des animaux, les membres fléchissent sous le poids du corps dès que leurs muscles

extérieurs cessent de se contracter, et c'est la nécessité de la contraction permanente de ces organes qui rend la station si fatigante ; mais, chez la cigogne et les autres oiseaux à longues pattes, il en est tout autrement : l'extrémité inférieure du fémur présente un creux où s'emboîte, pendant l'extension du membre, une saillie du tibia, laquelle ne peut en sortir que par un effort musculaire ; la patte une fois redressée reste par conséquent étendue sans que l'animal ait besoin de contracter les muscles et sans qu'il en résulte aucune fatigue.

Il est toujours plus difficile à un oiseau de prendre son vol lorsqu'il est à terre que lorsqu'il peut se lancer d'un point élevé : nous en avons déjà vu la raison, et chacun sait que la plupart de ces animaux perchent bien plus souvent qu'ils ne se posent à terre. Pour se maintenir en équilibre sur une branche, il faut qu'ils l'embrassent avec leurs doigts et la serrent fortement; s'il leur avait fallu déployer pour cela une force musculaire considérable, une telle position aurait été promptement fatigante; mais ici encore un mécanisme très-simple rend tout effort presque inutile, et permet aux oiseaux de serrer la branche qui les soutient, même quand ils dorment ; les muscles fléchisseurs des doigts passent sur les articulations du genou et du talon, de façon que lorsque celles-ci se fléchissent, elles tirent nécessairement sur les tendons de ses muscles et font fléchir les doigts ; le poids du corps, en affaissant les cuisses et les jambes, détermine donc ce mouvement, et il en résulte que l'animal serre, sans exercer aucun effort, la branche sur laquelle il est perché et s'y maintient fixé.



Fig. 214. *Aigle royal.*

Il existe des différences assez grandes dans la conformation des pattes, suivant le genre de vie auquel les oiseaux sont destinés. Ainsi, chez les oiseaux doués de la faculté de marcher avec une

grande vitesse, les pattes sont non-seulement robustes, mais très-longues, et le pied comparativement petit; chez le casoar (*fig.* 204) et l'autruche (*fig.* 215), dont la course est aussi rapide que celle du cheval, cette disposition est très-remarquable; et elle s'observe aussi chez le messager, qui marche à grands pas en poursuivant les serpents dont il fait sa principale nourriture. Chez l'aigle (*fig.* 214), le faucon, le vautour, etc., ces organes sont également robustes, mais courts, et les doigts sont armés de grands ongles crochus et aigus, à l'aide desquels ces oiseaux saisissent leur proie, soit pour la déchirer sur place, soit pour l'emporter avec eux; chez les oiseaux conformés pour vivre sur les bords des eaux et y chercher à gué les vers et les poissons dont ils font leur pâture, les pattes sont grêles, d'une longueur extrême, et nues jusqu'au-dessus du genou (*fig.* 216), disposition qui est très-



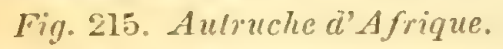


Fig. 215. *Autruche d'Afrique.*



Fig. 216. *L'Échasse d'Europe.*

favorable à ce genre d'existence, et qui a valu aux oiseaux de rivage le nom d'*échassiers;* enfin, chez les espèces destinées à vivre sur une eau plus profonde, les pattes sont *palmées,* c'est-à-dire transformées en nageoires par l'addition d'une membrane qui s'étend entre les doigts sans les empêcher de s'écarter, caractere qui se voit chez les canards (*fig.* 217), les cygnes et un grand nombre d'oiseaux aquatiques.

§ 434. La sensibilité tactile est peu développée chez les oiseaux ; les plumes qui revêtent toute la surface de leur corps opposent de grands obstacles à l'exercice de cette faculté, et le mode de con-



Fig. 217. *Le Canard Macreuse.*

formation des organes de préhension y est également défavorable. Le goût est plus ou moins obtus chez ces animaux ; leur langue (*fig.* 230) est, en général, cartilagineuse et dépourvue de papilles nerveuses, et ils paraissent presque toujours avaler leurs aliments sans les déguster. L'appareil de l'odorat est plus parfait, sans offrir cependant tout le développement qu'on y trouve dans la classe des mammifères. Les fosses nasales sont creusées à la base de la mandibule supérieure (*fig.* 206), et ne communiquent pas avec des sinus ; leur surface est tapissée par une membrane pituitaire très-vasculaire, et est augmentée par trois lames cartilagineuses (ou *cornets*) contournées sur elles-mêmes et appliquées contre leur paroi. Enfin, les arrière-narines se réunissent vers le milieu de la voûte palatine, de manière à y former une fente longitudinale. Les oiseaux carnassiers, surtout ceux qui vivent de charogne, ont l'appareil de l'odorat plus développé que les

oiseaux granivores ou insectivores ; et la plupart des auteurs assurent que chez les premiers la finesse de ce sens est telle qu'elle leur fait découvrir leur proie, lors même qu'ils en sont à des distances très-considérables : mais les expériences de quelques savants tendent à prouver que, chez ces animaux, l'odorat est presque nul, et que c'est la vue qui les guide presque uniquement.

L'appareil de l'ouïe est moins compliqué que chez les mammifères : le pavillon de l'oreille manque chez les oiseaux, et le conduit auriculaire ne consiste guère qu'en un tube membraneux placé entre l'os carré et une partie saillante de l'occipital.

L'appareil de la vue paraît être, au contraire, plus parfait que dans la classe précédente : les yeux des oiseaux sont plus grands comparativement au volume de la tête, et on y trouve des parties nouvelles. La rétine est très-épaisse et il en part une membrane noire, plissée en éventail ou à la manière d'une bourse, qui s'avance vers le cristallin ; les physiologistes ne sont pas d'accord sur la nature de cet appendice, nommé *peigne :* suivant les uns, ce serait une dépendance de la choroïde, et, suivant d'autres, un prolongement nerveux destiné à augmenter l'étendue de la surface visuelle. La pupille est toujours ronde, l'iris très-contractile, la cornée transparente, grande et convexe, et la sclérotique fortifiée en avant par un cercle de plaques osseuses logées dans son épaisseur. L'appareil palpébral se compose de deux paupières horizontales, dont l'inférieure est la plus grande et la plus mobile et d'une troisième paupière verticale et semi-transparente qui occupe l'angle interne de l'œil, et peut recouvrir toute la surface de cet organe. Enfin, il existe toujours des glandes lacrymales.

Chez quelques oiseaux, la portée de la vue est extrêmement longue ; on en voit qui, élevés dans l'air à des hauteurs telles que, malgré leur volume, nous ne les apercevons qu'à peine, distinguent nettement les petits animaux dont ils se nourrissent, et fondent sur cette proie éloignée sans la moindre indécision. Chez eux, le cristallin est beaucoup moins bombé et moins dense que chez les oiseaux qui ne s'éloignent que peu de la surface de la terre, et il paraîtrait que l'œil peut s'adapter à ces grandes différences de portée dans la vision à l'aide de contractions de ses muscles moteurs qui, en agissant sur le cercle osseux de la sclérotique, compriment les humeurs dont l'organe est rempli, déterminent aussi la distension de la cornée, et en augmentent par conséquent la courbure lorsque l'animal a besoin de devenir momentanément presque myope pour distinguer nettement les objets très-rapprochés.

Le système nerveux, qui préside aux fonctions dont nous venons de passer en revue les organes, présente aussi dans sa structure des particularités remarquables. L'encéphale est moins développé que chez les mammifères; les hémisphères cérébraux (*fig.* 218, *c*) en sont encore les parties les plus volumineuses; mais ils n'offrent pas de circonvolutions, et ils ne sont pas réunis d'une manière aussi complète, car la grande commissure, dont nous avons parlé précédemment sous le nom de *corps calleux*, manque dans cette classe. Les *lobes optiques* (*o*), qui chez les mammifères sont petits et restent cachés entre le cerveau et le cervelet, prennent, au contraire, ici un grand développement et se montrent toujours à découvert en arrière et en dehors des lobes cérébraux; enfin, au lieu d'être solides, ils sont creux, comme les lobes cérébraux. Le *cervelet* (*v*) est sillonné transversalement par des rainures parallèles et convergentes; il est formé presque en entier par le lobe médian, qui chez les mammifères est petit comparativement aux lobes latéraux (ou hémisphères du cervelet), et ceux-ci restent dans un état plus ou moins rudimentaire, surtout chez les oiseaux mauvais voiliers; quant à la protubérance annulaire, qui dans la classe précédente réunit entre eux les hémisphères du cervelet, en passant autour de la moelle allongée, elle manque ici de même que chez les reptiles et les poissons. Enfin la moelle épinière des oiseaux (*e*) est, en général, très-longue et présente deux renflements correspondant à l'origine des nerfs des ailes et des pattes: chez ceux qui volent le mieux, le renflement supérieur est plus développé que l'inférieur, et ceux qui se servent de leurs pattes plus que de leurs ailes présentent une disposition inverse.

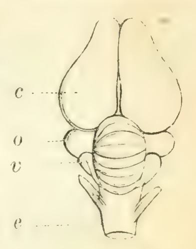


Fig. 218. *Cerveau d'Autruche.*

§ 435. Le régime des oiseaux est très-varié : les uns se nourrissent exclusivement de graines, d'autres d'insectes, d'autres de poissons, d'autres encore de la chair des mammifères ou des oiseaux encore vivants; enfin il en est qui ne se repaissent que de charognes corrompues. Leurs pattes servent quelquefois à la préhension des aliments, mais le bec est toujours le principal organe employé à cet usage; sa forme varie suivant la nature des aliments et suivant le caractère plus ou moins carnassier de ces animaux, aussi fournit-il au zoologiste d'excellents caractères pour la classification. Une corne solide et plus ou moins dure le revêt extérieurement et rend ses bords tranchants, mais il n'est jamais

armé de véritables dents ; aussi la mastication est-elle très-incomplète et en général entièrement nulle. Chez les oiseaux qui vivent de chair et qui ont besoin de déchirer leur proie, les faucons (*fig.* 220), les aigles (*fig.* 214), les vautours (*fig.* 222), par exemple, la mandibule supérieure est très-courte, très-forte, crochue vers le bout et terminée par une pointe aiguë ; quelquefois même ses bords sont

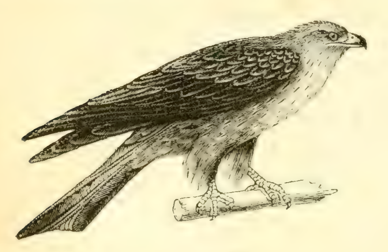


Fig. 219. *Milan.*



Fig. 220. *Tête de Faucon.*

plus ou moins dentelés, ce qui en fait une arme plus puissante, et on peut juger des habitudes plus ou moins sanguinaires de ces animaux par le degré auquel leur bec offre ces divers caractères. Ainsi le faucon (*fig.* 220) est de tous les oiseaux de proie celui dont le bec est le plus courbé, le plus court, le mieux dentelé et le plus robuste proportionnellement à sa taille : aussi est-il le chasseur le plus intrépide ; tandis que le milan (*fig.* 219), qui ne diffère guère du faucon que par son bec plus faible, moins crochu et non dentelé sur les bords, ainsi que par ses serres moins robustes, est d'un naturel lâche ; et le vautour (*fig.* 222), dont le bec est encore plus allongé, et par conséquent moins fort, ne s'attaque même pas aux animaux vivants et se repaît de cadavres. Les oiseaux de mer, qui se nourrissent de la chair des poissons trop volumineux pour être avalés d'une bouchée, se font également remarquer par leur bec gros et crochu au bout (*fig.* 221) ; mais cet organe est beaucoup plus allongé que chez les oiseaux de proie et par conséquent moins puissant. Lorsque les oiseaux piscivores ne recherchent que des poissons ou des reptiles assez petits pour être saisis et avalés avec facilité, le bec devient droit, s'allonge encore davantage et ressemble à une



Fig. 221.

pince à longues branches ; les martins-pêcheurs (*fig.* 226), les cigognes (*fig.* 223), etc., nous en offrent des exemples. Les oiseaux qui

Fig. 222. *Vautour fauve.*

Fig. 223. *Cigogne à sac.*

vivent d'insectes, de vers, de graines ou de fruits, ne présentent rien de semblable : les premiers ont, en général, le bec très-grêle, très-allongé et droit ou faiblement arqué (*fig.* 224) ; à moins toutefois que ce ne soit au vol qu'ils prennent les petits insectes dont ils se nourrissent, car alors le bec est court, très-élargi, et profondément fendu : disposition qui se voit chez les hirondelles, les engoulevents (*fig.* 225), etc., et qui leur permet d'engloutir facilement leur proie dans leur large gueule. Les granivores, au contraire, ont le bec court, épais, bombé en dessus ou conique, et en général droit (*fig.* 227).



Fig. 224. *Guêpier.*

Une modification de cet organe plus remarquable encore nous est offerte par les pélicans (*fig.* 228), oiseaux aquatiques qui portent entre les deux branches de la mâchoire inférieure une grande poche cutanée très-extensible, dans laquelle ils accumulent le produit de leur pêche pour le dégorger ensuite et s'en repaître à loisir.

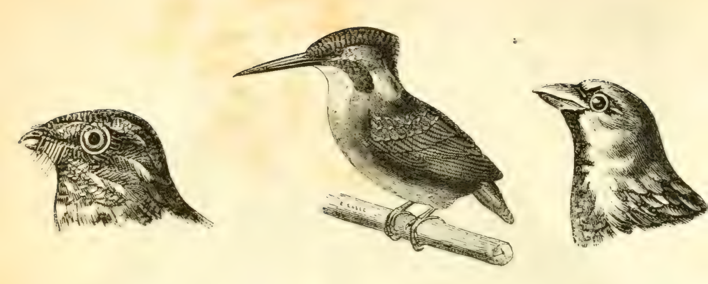


Fig. 225. *Engoulevent.* *Fig.* 226. *Martin-pêcheur.* *Fig.* 227. *Moineau.*



Fig. 228. *Pelican.*

Enfin il est aussi à noter que le bec des oiseaux offre quelquefois des bizarreries de forme dont l'utilité ne nous est pas connue ; telle est, par exemple, l'espèce de casque qui surmonte cet organe chez les calaos (*fig.* 229), et qui acquiert des dimensions monstrueuses.

§ 436. La langue sert quelquefois à la préhension des aliments aussi bien qu'à la déglutition, et présente des particularités de structure remarquables. L'os hyoïde (*h*, *fig.* 230), sur lequel elle est portée, se prolonge en arrière sous la forme de deux longues cornes qui remontent derrière la tête, et qui donnent attache par leur ex-



Fig. 229. *Calao à casque en croissant.*

trémité à des muscles (*m*) fixés antérieurement à la mâchoire inférieure ; lorsque ces muscles se contractent, ils ramènent en bas

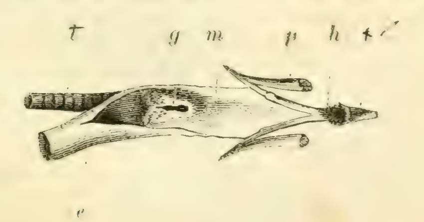


Fig. 230. (1).

et en avant ces cornes, et poussent par conséquent la langue hors de la bouche. Ce mécanisme est surtout curieux chez les pics (*fig.* 231) et chez quelques autres oiseaux qui dardent leur langue avec une

(1) Langue, glotte, etc. — *l* langue ; — *h* hyoïde ; — *m* muscles de l'hyoïde ; — *p* pharynx ; — *g* glotte ; — *t* trachée ; — *e* œsophage.

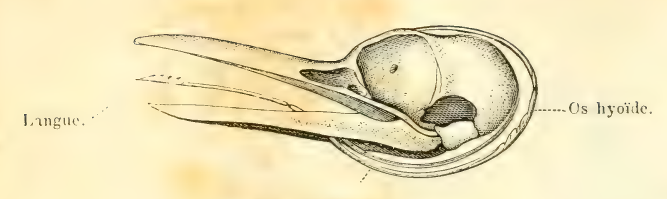


Fig. 231. *Tête de Pic.*

vitesse extrême, et à des distances considérables, sur les insectes dont ils se nourrissent. Cet organe présente aussi dans sa forme des différences importantes à noter. Chez les perroquets, qui mâchent jusqu'à un certain point leur nourriture, la langue est épaisse et charnue ; chez les oiseaux de proie, elle est encore large et assez molle ; chez la plupart des granivores (*fig.* 230), elle est sèche, triangulaire, et hérissée, vers la base, de petites pointes cartilagineuses ; enfin, chez certains insectivores, son extrémité est armée de crochets ou de dentelures.

Les glandes salivaires sont placées sous la langue et consistent en des amas de petits follicules arrondis. La salive est ordinairement épaisse ; quelquefois elle est tout à fait gluante.

§ 437. L'arrière-bouche ou pharynx n'est pas séparée de la bouche par un voile mobile, comme chez les mammifères, et ne présente rien de remarquable. L'œsophage (*fig.* 232), parvenu vers la partie inférieure du cou, communique avec une première poche digestive, nommée *jabot*, dont les parois sont membraneuses. Les aliments séjournent pendant une certain temps dans ce premier estomac, dont la forme et la grandeur varient. C'est chez les granivores que le jabot est le plus développé ; on le trouve aussi chez les oiseaux de proie ; mais il manque chez l'autruche et chez la plupart des piscivores. Au-dessous de cette partie, l'œsophage se resserre de nouveau, et présente à quelque distance une seconde dilatation appelée *ventricule succenturié*, dont la surface interne est criblée par un nombre considérable de petits pores communiquant avec des follicules, destinés à sécréter le suc gastrique ; en général, le volume de ce second estomac est peu considérable ; mais, chez les oiseaux qui manquent de jabot, il est beaucoup plus grand que de coutume, et paraît en tenir lieu. Enfin le ventricule succenturié s'ouvre inférieurement dans un troisième estomac nommé *gésier*, où la chymification s'achève ; sa capacité varie beaucoup, mais c'est surtout dans sa structure qu'il présente des

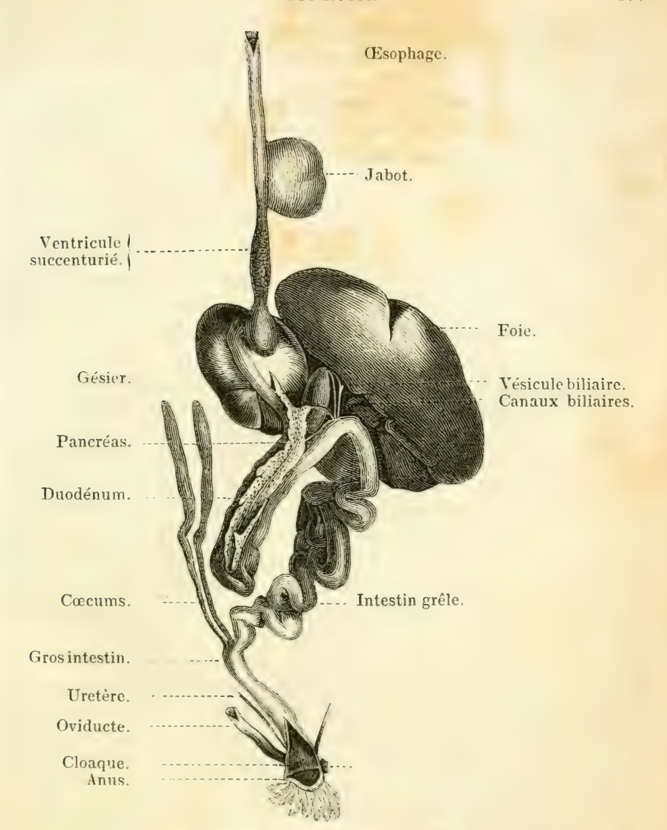


Fig 232. Appareil digestif de la Poule.

différences importantes. Chez les oiseaux qui se nourrissent uniquement de chair, les parois du gésier sont minces et membraneuses; mais chez ceux qui avalent des aliments plus durs et plus difficiles à digérer, il est garni de muscles puissants, destinés à comprimer ces matières et à les broyer. C'est chez les granivores que cet organe est le plus musculaire; l'épaisseur de ses parois charnues est très-considérable, et sa surface interne est revêtue d'une espèce d'épiderme presque cartilagineux; sa force est im-

mense. chez l'autruche, par exemple, on a vu les corps les plus durs être broyés par ses contractions, et il tient évidemment lieu d'un appareil masticateur.

L'intestin, qui fait suite à cette série d'estomacs, est beaucoup moins long que chez la plupart des mammifères, mais se compose aussi de deux portions : l'intestin grêle et le gros intestin. Le premier, après avoir formé une première anse, se contourne diversement ; le second n'en diffère que peu et n'est pas boursouflé, mais en général s'en distingue facilement par l'existence dans leur point de jonction de deux appendices tubiformes, et terminés en cul-de-sac, que l'on appelle des *cœcums*. Ces appendices manquent ou du moins sont très-petits chez la plupart des oiseaux de proie, mais sont généralement longs et assez gros chez les oiseaux granivores et omnivores.

Le foie est très-volumineux et remplit une grande partie du thorax, aussi bien que de la portion supérieure de l'abdomen : car ces deux cavités ne sont pas séparées, le muscle diaphragme étant réduit à l'état rudimentaire. Cette glande est divisée en deux lobes à peu près égaux, et donne en général naissance à deux canaux hépatiques qui, après s'être réunis, débouchent dans l'intestin. Enfin, il existe presque toujours une vésicule du fiel qui ne reçoit qu'une portion de la bile et la verse dans l'intestin par un canal particulier. Le pancréas est logé dans la première anse de l'intestin grêle ; il est généralement long, étroit et plus ou moins divisé.

La rate, organe dont les usages ne sont pas bien connus, est petite. Les reins, qui sécrètent l'urine, sont au contraire très-volumineux et de forme irrégulière ; ils sont logés derrière le péritoine, dans plusieurs fossettes creusées le long de la partie supérieure du bassin, et ne présentent pas, comme chez les mammifères, une substance corticale distincte. Les uretères aboutissent, de même que les oviductes, près de l'anus, dans une partie dilatée de l'intestin rectum nommée *cloaque* (*fig*. 232) ; il n'existe point de vessie, et l'urine est évacuée avec les excréments. Ainsi que nous l'avons déjà dit, elle se compose presque entièrement d'acide urique, qui est très-peu soluble, et qui, en se desséchant, forme une masse blanchâtre.

§ 438. Les produits nutritifs de la digestion passent de l'intestin dans le torrent de la circulation par des vaisseaux lymphatiques qui, en se réunissant, forment deux canaux thoraciques ; ces conduits s'ouvrent dans les veines jugulaires de chaque côté de la base du cou.

§ 439. Le sang des oiseaux est plus riche en globules que celui des mammifères ; et ces corpuscules, au lieu d'être circulaires, sont elliptiques (*fig.* 28). La manière dont ce liquide circule ne présente rien de particulier, et la route qu'il suit est la même que chez les mammifères. En effet, le sang se rend du ventricule gauche du cœur aux artères, qui sont chargées de le distribuer à tous les organes ; revient dans l'oreillette droite du cœur ; descend ensuite dans le ventricule droit, qui l'envoie aux poumons par l'intermédiaire des artères pulmonaires ; revient de nouveau au cœur, puis descend dans l'oreillette gauche du cœur, et achève enfin le cercle circulatoire en entrant dans le ventricule gauche, d'où nous l'avons vu partir (*fig.* 37). Le cœur a la même forme, la même structure, la même position et les mêmes enveloppes que chez les mammifères ; les parois du ventricule gauche sont extrêmement épaisses, et le ventricule droit enveloppe le premier à droite et en dessous sans se prolonger jusqu'à la pointe de cet organe ; les oreillettes n'ont pas d'appendice bien distinct à l'extérieur ; enfin, l'aorte, dès sa naissance, se divise en trois grosses branches (*fig.* 233), dont les deux premières portent le sang à la tête, aux ailes, et aux muscles de la poitrine ; et la troisième se recourbe en bas autour de la bronche droite, et constitue l'aorte descendante. Il existe aussi quelques particularités dans le mode de distribution des artères, mais elles sont peu importantes, et il est seulement à noter que, dans divers points du corps, ces vaisseaux constituent des plexus remarquables en s'anastomosant fréquemment entre eux. Le système veineux se termine par trois gros troncs, dont l'un est l'analogue de la veine cave inférieure des mammifères, et les deux autres correspondent à peu près aux deux veines sous-clavières, qui ne se réunissent pas pour constituer un canal commun (ou veine cave supérieure), comme chez ces derniers animaux.

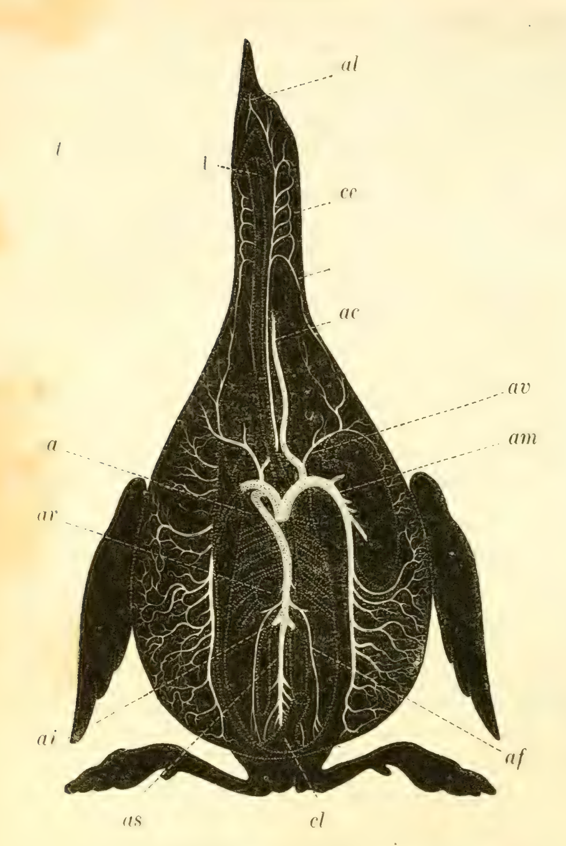


Fig. 233 Système artériel d'un oiseau (1).

(1) Artères de la grèbe : — *a* artère aorte ; — *am* l'une des grosses artères qui naissent de la crosse de l'aorte, laquelle, après avoir fourni l'artère carotide (*ac*) et l'artère sous-clavière, va se distribuer aux muscles de la poitrine et correspond à l'artère mammaire des animaux mammifères ; — *av* l'une des branches de l'artère vertébrale se rendant aux muscles de l'épaule ; — *ce* anses artérielles formées par des branches de la carotide externe ; — *al* artère linguale ; — *t* la trachée-artère ; — *ar* artères rénales ; — *af* artères fémorales ; — *ai* artère ischiatique allant aux membres inférieurs ; — *as* artère sacrée faisant suite à l'aorte et donnant naissance à l'artère mésentérique inférieure, etc. ; — *cl* le cloaque.

§ 440. L'appareil de la respiration offre des particularités plus importantes que celui de la circulation. Les poumons, comme nous l'avons déjà dit, communiquent avec de grandes cellules creusées dans le tissu cellulaire, et transmettent ainsi l'air dans toutes les parties du corps, de façon que la respiration est en quelque sorte double, le sang veineux se trouvant en contact avec l'oxygène, lors de son passage à travers les vaisseaux capillaires de tous les organes, aussi bien que lorsqu'il traverse les capillaires pulmonaires.

Les poumons ne sont pas divisés en lobes comme ceux des mammifères et sont loin de remplir le thorax, ils sont accolés aux côtes et présentent à leur surface inférieure plusieurs ouvertures (*fig.* 234)

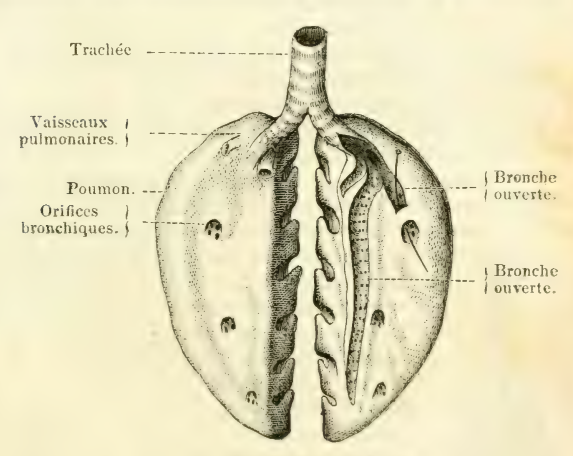


Fig. 234. *Poumons d'un oiseau.*

appartenant à des bronches qui les traversent de part en part et servent à porter l'air dans les cellules pneumatiques placées entre les divers organes de l'animal. Ces cavités sont formées par des cloisons membraneuses ou par des lames de tissu cellulaire, et communiquent les unes avec les autres; on en voit dans le tronc qui présentent des dimensions très-considérables, et d'autres qui se prolongent vers la tête et entre des muscles des membres : l'air se répand ainsi dans toutes les parties du corps, et, en général, pénètre jusque dans la substance des os.

L'examen des cellules aériennes, chez différents oiseaux, montre

que la quantité d'air distribuée ainsi aux diverses parties du corps est, toutes choses égales d'ailleurs, en rapport avec l'énergie et la continuité des mouvements de l'animal : ainsi chez les aigles, les éperviers et d'autres oiseaux grands voiliers, ce fluide pénètre dans tous les os ; tandis que, chez ceux qui n'ont pas la faculté de voler, et qui ne marchent que lentement, comme les pingouins, etc., il est exclu de la plus grande partie ou même de la totalité du squelette. En général, l'air se trouve en plus grande abondance dans les os des membres les plus employés dans la locomotion : dans l'autruche, par exemple, les cellules aériennes présentent dans le fémur un développement remarquable.

Les oiseaux sont de tous les animaux ceux dont la respiration est le plus active ; ils consomment proportionnellement plus d'oxygène que les mammifères, et ils résistent moins long-temps à l'asphyxie. Ce sont aussi les animaux qui produisent le plus de chaleur ; la température de leur corps s'élève à 41°, 42°, 43° et même 44° centigrades, et les plumes dont ils sont recouverts leur sont très-utiles pour empêcher leur refroidissement lorsqu'ils s'élèvent dans l'atmosphère à des hauteurs considérables.

§ 441. De même que chez les mammifères, l'organe de la voix est une dépendance de l'appareil de la respiration, Le larynx supérieur est d'une structure très-simple et ne sert que peu ou point à la production des sons. Son ouverture a la forme d'une fente (*g, fig.* 230, p. 375) dont les bords ne peuvent ni s'étendre ni se relâcher ; et il ne s'y trouve ni ventricules, ni cordes vocales, ni épiglotte. Mais à l'extrémité inférieure de la trachée, il existe un second larynx dont le jeu est très-remarquable, et dont la structure est d'autant plus compliquée que l'oiseau module mieux son chant. Chez les oiseaux chanteurs, ce petit appareil se compose d'une espèce de tambour osseux (*fig.* 235, *l*), dont l'intérieur est divisé inférieurement par une traverse de même nature que surmonte une membrane mince de forme semi-lunaire (*c, fig.* 236). Ce tambour communique

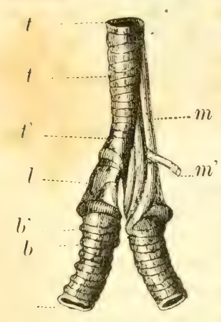


Fig. 235. (1).

(1) Larynx inférieur de la corneille : — *t* trachée-artère ; — *t'* tambour formé par l'extrémité inférieure de la trachée ; — *l* osselet moyen de la trachée ; — *b'* premier arceau des bronches, séparé du troisième osselet du larynx par un espace membraneux ; — *b* bronches ; — *m* muscles propres du larynx · ces muscles ont été enlevés du côté opposé ; — *m'* muscle abaisseur de la trachée.

inférieurement avec deux glottes formées par la terminaison des bronches et pourvues chacune de deux lèvres ou cordes vocales ; enfin des muscles dont le nombre varie suivant les espèces s'étendent entre les divers anneaux dont se composent ces parties, et les meuvent de manière à tendre plus ou moins fortement les membranes qu'elles soutiennent. Chez les oiseaux qui sont privés de la faculté de moduler les sons d'une manière compliquée, la cloison membraneuse dont nous avons parlé ci-dessus manque ; et chez ceux qui ne chantent pas, il n'existe pas de muscles propres du larynx inférieur, et l'état de la glotte ne peut être modifié que par ceux qui élèvent ou abaissent la trachée.

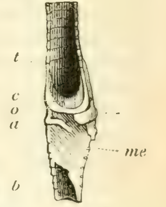


Fig. 236. (1).

§ 442. Les oiseaux sont ovipares et n'ont pas, comme les animaux de la classe précédente, des mamelles pour allaiter leurs petits. La durée de l'incubation (ou du temps que le jeune oiseau met à se développer dans l'intérieur de l'œuf) varie dans les différentes espèces, mais elle est à peu près constante pour chacune de celles-ci ; pour l'oiseau-mouche, le plus petit des animaux de cette classe, elle est de douze jours seulement ; pour les serins que nous élevons en domesticité, elle est de quinze à dix-huit jours, de vingt et un jours pour les poules, de vingt-cinq jours pour les canards, et quarante à quarante-cinq jours pour les cygnes. Un certain degré de chaleur est nécessaire à ce phénomène ; celle du soleil suffit pour faire éclore les œufs de quelques oiseaux des régions intertropicales : mais, en général, il en est tout autrement, et, pour maintenir les œufs à la température convenable, la mère les recouvre de son corps et les dépose dans un lit propre à les abriter.

Quelques oiseaux se contentent, pour cela, de creuser dans la terre ou dans le sable une cavité arrondie ; mais la plupart déploient, dans la construction de cette espèce de berceau, une adresse et un art remarquables ; et une chose non moins surprenante, c'est la régularité avec laquelle toutes les générations successives exécutent les mêmes travaux et bâtissent des nids exactement semblables, lors même que les circonstances où ces animaux

(1) Coupe verticale du larynx : — *t* portion inférieure de la trachée fendue par moitié ; — *c* membrane semi-lunaire située au-dessus du point de réunion des deux glottes et fixée à une traverse osseuse (*o*) ; — *a* bourrelet que forme la lèvre interne de la glotte droite ; — *me* face interne de la bronche droite formée par une membrane tympaniforme ; — *b* portion de la cavité de la bronche droite mise à nu par la section d'une partie de cette membrane.

ont été placés ne leur ont jamais permis d'en voir et de prendre des leçons de leurs parents ; un instinct admirable les guide et les porte à prendre une foule de précautions dont ils ne connaissent pas d'avance toute l'utilité. Les parois du nid sont ordinairement bâties avec de petites tiges flexibles et quelquefois mastiquées avec de la terre délayée dans la salive gluante de l'animal ; mais leur forme et leur disposition varient beaucoup, comme nous avons déjà eu l'occasion de le voir (§ 328). Presque tous en garnissent l'intérieur avec des substances molles qu'ils ramassent avec soin, ou même avec un duvet moelleux qu'ils arrachent de leur poitrine. La substance chaude et légère employée dans l'économie domestique sous le nom d'*édredon* n'a pas d'autre origine ; elle provient d'une espèce de canard appelé *eider* (*fig.* 237), qui habite les îles des mers arctiques et qui a l'habitude de se dépouiller de la sorte pour garnir son nid avec le duvet arraché à sa poitrine et à son ventre.



Fig. 237. *L'Eider.*

La ponte a lieu, en général, une fois par an, quelquefois deux ; et, dans l'état de domesticité, la fécondité devient encore plus grande. Le nombre des œufs est plus considérable chez les petites espèces que chez les grandes ; les aigles n'en pondent qu'un ou deux ; la mésange et le roitelet, quinze à vingt.

La constance avec laquelle ces oiseaux couvent leurs œufs est admirable ; quelquefois les deux parents se partagent ce soin ; d'autres fois le mâle se borne à veiller aux besoins de la femelle pendant que celle-ci reste accroupie sur ses œufs ; et dans d'autres espèces, c'est la mère qui s'occupe seule de l'incubation. En général, ce n'est qu'à regret et poussée par la faim qu'elle quitte pour quelques instants sa progéniture ; et lorsque ses petits sont éclos, son instinct maternel la porte à leur prodiguer les soins les plus tendres : elle les recouvre de ses ailes pour les préserver du froid, et leur apporte une nourriture choisie, que souvent elle dégorge dans leur gosier après l'avoir à moitié digérée pour la rendre plus appropriée à leur estomac délicat. On la voit aussi guider leurs premiers pas, leur apprendre à se servir de leurs ailes, et,

lorsqu'un danger les menace, déployer pour les sauver autant de courage que de dévouement, et on pourrait presque dire d'intelligence. Il est cependant quelques oiseaux qui déposent leurs œufs dans des nids qui ne leur appartiennent pas, afin de les faire couver par des nourrices étrangères : tel est le coucou, qui pond ses œufs un à un dans des nids de fauvettes, de bruants, de merles ou de quelque autre oiseau insectivore ayant l'habitude de nourrir ses petits avec des aliments convenables aussi pour les jeunes coucous ; et, chose remarquable, la couveuse qui s'y trouve devient pour ces intrus une mère tendre et infatigable, quoiqu'ils la privent de sa propre progéniture. Suivant quelques naturalistes, les vieux coucous ont le soin de détruire les œufs qu'ils trouvent dans le nid auquel ils confient le leur ; mais d'autres observateurs assurent que c'est le jeune coucou lui-même qui se charge de les rejeter de sa demeure ou d'en expulser, aussitôt après leur naissance, les petits dont il usurpe la place. L'illustre Jenner, médecin anglais, à qui on doit la découverte de la vaccine, nous dit avoir vu bien des fois le manége au moyen duquel ce petit intrus se débarrasse de ses faibles compagnons ; le jeune coucou se glisse sous l'un des petits oiseaux dont il partage le berceau, et parvient bientôt à le placer sur son dos où il le retient à l'aide de ses ailes ; ensuite, se traînant à reculons jusqu'au bord du nid, il le jette par-dessus ; puis il recommence les mêmes mouvements pour un second et ainsi de suite jusqu'à ce qu'il reste maître de sa demeure. On ne connaît pas bien la cause qui détermine les coucous à abandonner ainsi à d'autres oiseaux le soin de l'incubation. Ils restent souvent par paires dans le voisinage de l'endroit où les œufs ont été déposés ; et leurs petits, quand ils sont assez forts pour voler, quittent leurs premiers pourvoyeurs, et rejoignent leurs parents naturels, qui se chargent de compléter leur éducation.

L'instinct qui porte l'oiseau à couver ses œufs est, en général, des plus puissants ; et cependant cette impulsion, en quelque sorte aveugle, est susceptible d'être, jusqu'à un certain point, modifiée par les circonstances extérieures. Ainsi les autruches couvent leurs œufs lorsqu'elles habitent les climats tempérés, mais en abandonnent l'incubation à la chaleur des rayons solaires lorsqu'elles vivent sous la zone torride. Il paraîtrait aussi que souvent plusieurs de ces grands oiseaux réunissent leurs œufs dans un même trou et se relayent à tour de rôle pour les couver.

§ 443. Les soins que les oiseaux donnent à leur progéniture sont un sujet d'observation plein d'intérêt ; mais un instinct plus singulier, et par conséquent plus remarquable encore, est celui qui porte

certaines espèces à changer de climat suivant les saisons, et à faire, à des époques déterminées de l'année, des voyages plus ou moins longs (voyez § 325). Quelques espèces émigrent ainsi pour fuir le froid ou pour chercher une température moins élevée, et vont dans le midi ou dans le nord pour pondre ou pour y passer le temps de la mue ; d'autres changent de pays pour se procurer plus facilement des moyens de subsistance : la plupart des insectivores sont dans ce cas ; mais il est des oiseaux qui exécutent des voyages réguliers sans y être sollicités par aucune cause appréciable et sans que leur déplacement paraisse porter aucun changement bien notable dans les conditions où ils se trouvent. Du reste, quelle que soit la circonstance qui rende la migration périodique des oiseaux utile à eux-mêmes ou à leur progéniture, il est bien évident que ce n'est pas elle qui en est ordinairement la cause déterminante ; les oiseaux voyageurs éprouvent, à certaines époques de l'année, le besoin de changer de place, comme ils éprouvent dans d'autres moments le désir de construire leur nid sans y être portés par un calcul intellectuel ou par la prévision des avantages qu'ils en recueilleront. C'est un instinct aveugle qui, en général, les pousse, et qui se développe quelquefois indépendamment de tout ce qui peut influer dans le moment sur le bien-être de l'animal. Ainsi, dans des expériences faites sur quelques oiseaux voyageurs de nos pays, on a vu ce besoin se manifester avec force à l'époque ordinaire, bien qu'on eût le soin de maintenir autour de ces animaux une température constante, de leur donner une nourriture convenable, et qu'on eût eu la précaution de choisir de jeunes individus qui n'avaient pas encore pu contracter l'habitude des migrations. Lorsqu'ils changent de climat, ils n'attendent pas pour partir que le froid leur soit devenu insupportable, et ils ne sont pas repoussés peu à peu vers le midi par les empiétements de l'hiver ; mais ils les précèdent et se transportent de suite et presque tout d'un trait dans les régions tropicales ; souvent on les voit revenir au printemps, lorsque la température est encore au-dessous de ce qu'elle était au moment de leur départ ; et, pour certaines espèces, nous le répétons, les migrations ne coïncident avec aucune circonstance extérieure appréciable. Ce phénomène est, par conséquent, inexplicable ; mais en cela il ne diffère pas de tous ceux que détermine l'instinct, et à mesure que nous avancerons dans l'étude des animaux, nous aurons l'occasion d'en voir un grand nombre qui ne sont ni moins intéressants ni moins incompréhensibles.

Mais de ce que les migrations dépendent d'une impulsion instinc-

tive et aveugle, il ne faut pas en conclure que les circonstances extérieures soient sans influence sur le développement du besoin que les oiseaux voyageurs éprouvent de changer d'habitation; on remarque, au contraire, que ce phénomène coïncide, en général, avec des variations atmosphériques, et que le moment de l'arrivée et du départ est souvent avancé ou retardé, suivant que la saison froide se prolonge plus ou moins.

L'époque à laquelle les oiseaux voyageurs arrivent dans nos pays, ou les quittent, varie suivant les espèces; ceux qui sont originaires de régions les plus septentrionales de l'Europe nous viennent à la fin de l'automne ou au commencement de l'hiver, et, dès les premiers beaux jours, fuyant la chaleur comme ils avaient fui l'excès du froid, retournent vers le nord pour y faire leur ponte; d'autres oiseaux qui naissent toujours dans nos contrées, et qui doivent par conséquent être considérés comme étant essentiellement indigènes, nous quittent en automne, et, après avoir passé l'hiver dans les climats chauds, reparaissent parmi nous au printemps, ou bien, évitant au contraire la chaleur modérée de notre été, émigrent alors vers les régions arctiques ; il en est d'autres encore qui, natifs des pays méridionaux, s'élèvent vers le nord pour échapper à l'ardeur du soleil d'été, et nous arrivent au milieu de la belle saison. Enfin, on en voit aussi qui ne séjournent jamais dans nos contrées, et qui dans leurs migrations annuelles ne font qu'y passer. L'époque de l'arrivée et du départ de ces voyageurs est, en général, déterminée d'une manière très-précise pour chaque espèce, et l'expérience a appris que dans certaines localités les chasseurs pouvaient compter sur l'arrivée de tels ou tels oiseaux, comme sur une rente dont les termes écherraient à jour fixe. L'âge y apporte cependant quelque différence : on voit ordinairement les jeunes ne se mettre en route que quelque temps après les adultes; et cela paraît dépendre de ce que, la mue ayant lieu plus tard chez eux que chez ces derniers, ils ne sont pas encore rétablis de l'espèce de maladie qui accompagne ce phénomène au moment où ceux-ci sont déjà en état de supporter les fatigues du voyage.

§ 444. Un autre fait non moins curieux dans l'histoire des oiseaux est la faculté à l'aide de laquelle ces animaux s'orientent dans un pays inconnu et savent reconnaître à des distances immenses la route à suivre pour regagner leur nid. Les pigeons voyageurs nous ont déjà offert un exemple remarquable de cet instinct ou sens incompréhensible pour l'homme (§ 339); les hirondelles nous en fourniront également. Ces petits oiseaux font,

comme nous l'avons déjà dit (§ 325), des voyages bien longs; et cependant, par un instinct singulier, ils savent au printemps suivant retrouver les lieux où ils ont déjà niché et ils y reviennent toujours. On s'est assuré de ce fait en attachant à la patte de plusieurs hirondelles de petits cordons de soie pour constater leur identité. Elles construisent leur premier nid dans le voisinage de celui où elles sont nées; l'hirondelle de cheminée bâtit chaque année le sien au-dessus de celui de l'année précédente, et l'hirondelle de fenêtre s'établit dans celui qu'elle avait quitté à l'automne. Un célèbre physiologiste italien du siècle dernier, Spallanzani, a vu, pendant dix-huit années consécutives, les mêmes couples revenir à leurs anciens nids sans presque s'occuper de les réparer. Les hirondelles montrent aussi dans d'autres occasions la singulière faculté de se diriger vers un lieu déterminé dont elles sont éloignées d'une distance considérable; si on transporte au loin une couveuse renfermée dans une cage et qu'on lui donne sa liberté, elle s'élève d'abord très-haut comme pour examiner le pays, puis se dirige en ligne droite vers l'endroit où elle a laissé sa couvée. Spallanzani a répété avec succès cette expérience à diverses reprises, et a vu un couple d'hirondelles de rivière, qu'il avait transporté à Milan, se rendre en treize minutes auprès de ses petits laissés à Pavie.

§ 445. L'instinct de la sociabilité est aussi très-développé chez certains oiseaux : nous avons déjà eu l'occasion de parler de la manière dont plusieurs de ces animaux se réunissent par légions innombrables pour voyager de concert, et des secours mutuels qu'ils se prêtent quelquefois (§ 329, 331, 338); mais il est à noter que cet instinct ne se développe guère que chez les espèces destinées à se nourrir d'insectes ou de substances végétales, et que les oiseaux de proie vivent presque toujours solitaires ou réunis seulement par paires.

§ 446. Les oiseaux, de même que les mammifères, varient aussi entre eux par la manière dont ils se procurent leur nourriture; la plupart ne la cherchent que de jour, mais on en connaît aussi qui sont nocturnes ou qui ne prennent le vol que pendant le crépuscule, et il est digne de remarque que tous ces derniers ont en général des couleurs sombres et le plumage moelleux, de façon que leurs ailes frappent l'air sans bruit, comme si le Créateur, dans sa prévoyance infinie, avait voulu favoriser ainsi la chasse à laquelle ces animaux se livrent au milieu de l'obscurité. Les diverses espèces de la famille des hiboux, les engoulevents, etc., nous offrent des exemples de cette coïncidence entre les mœurs de l'oiseau et la nature de son plumage.

§ 447. Le nombre d'espèces d'oiseaux connues des naturalistes est d'environ cinq mille ; et comme l'organisation de ces animaux présente une grande uniformité, leur classification offre des difficultés considérables ; les caractères dont on se sert pour les diviser en ordres, en familles et en genres sont fournis principalement par la conformation du bec et des pattes, organes dont la structure est en rapport avec le régime de ces animaux. Cuvier, dont nous suivons ici la méthode, les partage ainsi en six ordres, savoir : les *Rapaces*, les *Passereaux*, les *Grimpeurs*, les *Gallinacés*, les *Echassiers* et les *Palmipèdes*.

§ 448. Les Rapaces ou oiseaux de proie se reconnaissent à la puissance de leurs serres et de leur bec : la mandibule supérieure est robuste, recourbée vers le bout et terminée en une pointe aiguë propre à déchirer la chair des animaux dont ils se nourrissent ; et les doigts, également vigoureux, sont garnis d'ongles crochus et puissants, à l'aide desquels ils saisissent leur proie. En général, toutes les parties de leur corps indiquent une force considérable, et leur aspect dénote leur caractère farouche. Les uns sont *diurnes*, et se reconnaissent à leur plumage serré et à leurs yeux dirigés latéralement : ce sont les vautours (*fig*. 222), les gypaètes (*fig*. 238), les faucons, les aigles (*fig*. 214), les éperviers, les milans (*fig*. 219),



Fig. 238. *Gypaète* ou *Vautour des agneaux*.

les buses, etc. ; les autres sont nocturnes, et constituent la famille des hiboux (*fig*. 239), caractérisée par un plumage lâche et par la direction antérieure des yeux.







Fig. 239. *Hibou* (*Scops vulgaire*). *Fig.* 240. *Oiseau du Paradis.*

§ 449. Les Passereaux ont les pattes grêles, faibles et conformées de la manière ordinaire, c'est-a-dire ni palmées, ni armées d'ongles crochus et puissants, ni allongées en forme d'échasses, et ayant un seul doigt dirigé en arrière. Leur bec est faible (*fig.* 241), droit et peu ou point crochu (*fig.* 242, 243); leurs ailes



Fig. 241. *Sitelle.* *Fig.* 242. *Pie-grièche.* *Fig.* 243. *Roitelet.*

assez grandes; enfin, ils sont tous de petite ou de moyenne taille, et ils ont en général des formes sveltes et légères. Les uns sont insectivores, d'autres sont granivores, et d'autres encore sont omni-

vores, et c'est dans cet ordre que se rangent tous les oiseaux chanteurs et la plupart des oiseaux de passage. Le nombre des passereaux est immense, et nous nous bornerons à citer comme exemples les pies-grièches (*fig.* 242), les merles, les fauvettes, les hirondelles, les engoulevents (*fig.* 225), les alouettes, les moineaux, les corbeaux, les oiseaux de paradis (*fig.* 240), les colibris ou oiseaux-mouches (*fig.* 244), les roitelets (*fig.* 243), les martins-pêcheurs (*fig.* 226) et les calaos (*fig.* 229).



Fig. 244. *Colibri.*

§ 450. Les GRIMPEURS sont des oiseaux qui, avec le régime et



Fig. 245. *Perroquet* (Ara).

l'organisation ordinaire des passereaux, ont les doigts dirigés deux en avant et deux en arrière, disposition qui leur permet de se mieux cramponner au tronc et aux branches des arbres sur lesquels ils grimpent dans toutes les directions, quelquefois même en se servant de leur bec pour faciliter leurs mouvements. On range dans cette division les toucans, remarquables par leur énorme bec, les perroquets (*fig.* 245), les coucous, les pies (*fig.* 244), etc.

§ 451. Les Gallinacés ont le bec médiocre, renflé en dessus et propre seulement à un régime granivore : les ailes courtes, le corps



Fig. 246. Lagopède ordinaire.

lourd, les pattes médiocres et les doigts faibles, mais réunis ordinairement à leur base par un petit repli cutané. La plupart de ces oiseaux



Fig. 247. Le Hocco commun.

volent mal, ne nichent pas sur les arbres et cherchent leur nourriture à terre. Cet ordre se compose de deux familles bien distinctes, celle des pigeons et celle des gallinacés proprement dits, comprenant le coq, les faisans, les paons, les dindons, les pintades, les hoccos (*fig.* 247), les perdrix, les cailles, les lagopèdes ou perdrix de neige (*fig.* 246), les coqs de bruyère, etc.

§ 452. Les Échassiers se reconnaissent à leurs tarses très-élevés et à leurs jambes dénuées de plumes vers le bas, disposition qui les fait paraître comme montés sur des échasses, et qui est très-favorable, soit à la rapidité de la course, soit au passage à gué dans des eaux peu profondes. Leur taille est en général élancée, et la longueur de leur cou est telle que, tant haut montés qu'ils soient sur leurs pattes, ils peuvent, sans se baisser, ramasser à terre leurs aliments. Les uns se nourrissent d'herbes, les autres de reptiles aquatiques, de mollusques, de petits poissons, etc.



Fig. 248. *La Grue.*



Fig. 249. *Butor d'Europe.*

On range dans cette division les *oiseaux de rivage*, tels que les hérons, les grues (*fig.* 248), les cigognes (*fig.* 223), les butors (*fig.* 249), les bécasses, les ibis (*fig.* 212), les échasses (*fig.* 216), les poules d'eau, les flamants (*fig.* 250), etc., et quelques autres genres qui n'habitent pas dans le voisinage des eaux, mais qui ressemblent

aux précédents par leur conformation, les autruches (*fig*. 214), les casoars (*fig*. 204) et les outardes, par exemple.



Fig. 250. *Flamant*.

§ 453. Enfin, les PALMIPÈDES, ou OISEAUX NAGEURS, sont caractérisés par leurs pattes, de longueur médiocre, terminées par une

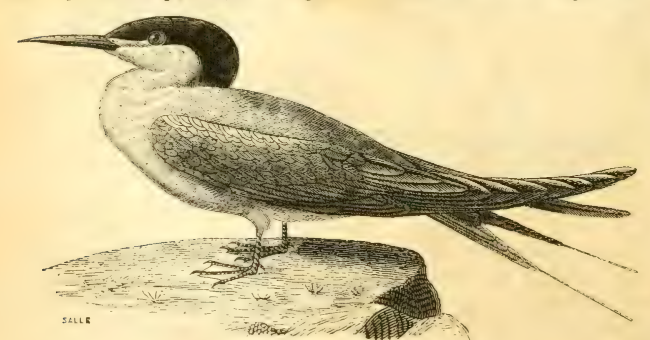


Fig. 251. *Hirondelle de mer*.

large nageoire. Ces rames sont formées par les doigts réunis à l'aide d'un repli de la peau, et sont en général placées très-loin en arrière; ce qui est favorable à la nage, mais rend la marche difficile. Nous citerons comme exemples de ce groupe les manchots (*fig.* 243) et les pingouins, qui ont les ailes si courtes qu'elles ne peuvent servir au vol; les pétrels, les albatros, les mouettes et les sternes ou hirondelles de mer (*fig.* 251), qui ont au contraire les ailes longues et le vol puissant; les pélicans (*fig.* 228), les frégates (*fig.* 209) et les fous, qui sont non moins bien organisés pour le vol que les précédents, et se font remarquer par une palmure encore plus complète des pattes; enfin, les cygnes, les oies et les canards (*fig.* 247), dont le bec est revêtu d'une peau molle, au lieu d'être garni de corne.

CLASSE DES REPTILES.

§ 454. La classe des reptiles comprend tous les *animaux vertébrés à sang froid, dont la respiration* (*à l'état parfait, sinon dans le jeune âge*) *est aérienne et incomplète.* Ils ont des poumons comme les mammifères et les oiseaux; mais leur appareil circulatoire est toujours disposé de manière à ce qu'une partie du sang veineux se mêle au sang artériel sans avoir traversé l'organe respiratoire, et en général ce mélange s'opère dans le cœur, qui ne présente qu'un seul ventricule dans lequel s'ouvrent les deux oreillettes (§ 108).

Par leur forme générale, les reptiles se rapprochent des mammifères plus que des oiseaux; mais, du reste, ils offrent à cet égard beaucoup de variations, comme on peut le voir en comparant entre eux une tortue (*fig.* 253), un crocodile (*fig.* 252), un serpent

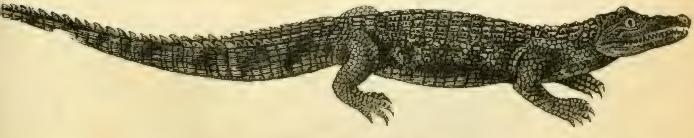


Fig. 252. *Crocodile.*

(*fig.* 255) et un crapaud (*fig.* 254). Leur tête est presque toujours petite, et leur corps très-allongé; quelques-uns, tels que les serpents, manquent complétement de membres ou n'en ont que des vestiges (*fig.* 256); mais la plupart de ces animaux, le lézard et la grenouille par exemple, ont quatre pattes conformées pour servir

à la marche ou à la nage. Du reste, ces membres sont d'ordinaire trop courts pour empêcher le tronc de traîner à terre, et, au lieu

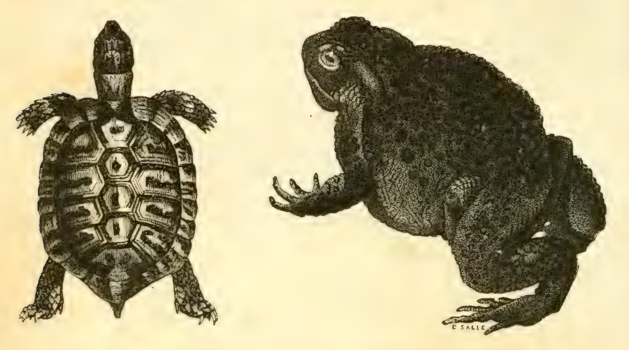


Fig. 253. Tortue grecque. *Fig. 254. Crapaud.*

d'être dirigés parallèlement à l'axe du corps et de se mouvoir dans ce sens, ils se portent en général de côté et se meuvent de dehors en dedans perpendiculairement à cet axe, disposition qui est très-défavorable à la locomotion : aussi la plupart des reptiles

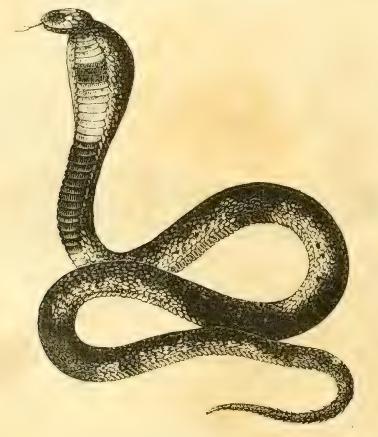


Fig. 255. Naja Aspic.

ont-ils l'air de ramper sur le sol plutôt que de marcher, et c'est de là que leur vient leur nom.

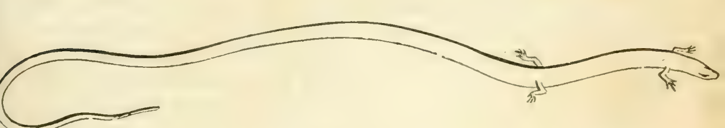


Fig. 256. *Chalcide.*

§ 455. Leur squelette présente dans sa structure des variations bien plus grandes que celui des animaux vertébrés à sang chaud ; toutes les parties dont il se compose peuvent tour à tour manquer, si ce n'est la tête et la colonne vertébrale; mais les os qui s'y trouvent conservent toujours une grande ressemblance avec ceux des mammifères et des oiseaux, et se reconnaissent facilement pour en être les analogues.

§ 456. Le crâne est toujours petit et la face allongée; la mâchoire inférieure est composée de plusieurs pièces comme chez les oiseaux et s'articule aussi à un os distinct du temporal (l'os carré ou tympanique); quelquefois même cet os est à son tour suspendu à un levier mobile (*fig.* 269), disposition qui augmente beaucoup la dilatabilité de la bouche, comme nous le verrons bientôt en parlant de la déglutition chez les serpents. La mâchoire supérieure est en général immobile, mais chez les serpents elle est articulée de façon à exécuter quelques mouvements; chez plusieurs reptiles, les lézards et les tortues, par exemple, les os du crâne se prolongent latéralement au-dessus des tempes, en manière de bouclier, et donnent ainsi à la tête une longueur considérable. Enfin, la tête est en général peu mobile, et s'articule sur la colonne vertébrale au moyen d'un seul condyle à plusieurs facettes.

§ 457. Les os du tronc offrent, dans leur disposition et leur nombre, des variations plus considérables. Chez les lézards, les crocodiles et les autres reptiles conformés à peu près de la même manière, on n'y remarque, en général, que peu d'anomalies; et il est seulement à noter que les côtes sont plus nombreuses que chez les mammifères ou les oiseaux, et garnissent l'abdomen aussi bien que la portion thoracique du corps. Chez les serpents le sternum manque ainsi que les os des membres, et les côtes, dont le nombre est très-considérable, sont libres par leur extrémité inférieure ; on en compte quelquefois plus de trois cents paires, chez la couleuvre, par exemple, et elles sont assez mobiles pour que l'animal puisse

s'en servir comme d'arcs-boutants dans ses mouvements de reptation ; les vertèbres jouissent aussi d'une grande mobilité et s'articulent entre elles au moyen d'une tubérosité reçue dans une cavité correspondante et maintenue à l'aide de ligaments. Chez les grenouilles le squelette offre une disposition inverse, car les côtes manquent tout à fait, et le sternum est, au contraire, très-développé et réuni aux os de l'épaule pour constituer une sorte de ceinture autour de la poitrine. Mais c'est chez les tortues que la disposition de ces os est le plus remarquable, car ils constituent deux grands boucliers entre lesquels l'animal peut, en général, se retirer tout entier. L'un de ces boucliers occupe le dos et se nomme *carapace;* l'autre, situé sous le ventre (*fig.* 257), se nomme *plastron,* et de chaque côté ils sont unis entre eux de façon à laisser en avant et en arrière une ouverture servant au passage de la tête, des pattes et de la queue. Cette espèce de cuirasse n'est recouverte que par la peau, qui, à son tour, est en général garnie de larges plaques écailleuses ; et tous les muscles et autres parties molles sont renfermés dans la grande cavité ainsi formée.

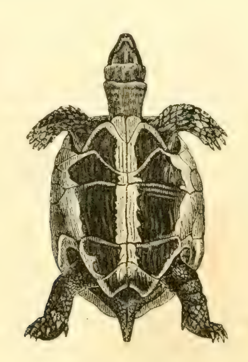


Fig. 257. *Tortue grecque* (vue en dessous).

§ 458. La charpente osseuse des tortues, pour présenter cette disposition insolite, a dû être, comme on le pense bien, profondément modifiée : on y retrouve cependant les mêmes pièces constituantes que chez les animaux vertébrés normaux ; seulement, plusieurs de ces pièces ont changé de forme et de volume.

Lorsqu'on examine la carapace par sa face supérieure, on voit qu'elle est formée par un assez grand nombre de plaques osseuses,

unies entre elles par des sutures, et dont huit occupent la ligne médiane ; seize constituent de chaque côté de celles-ci une rangée longitudinale, et vingt-cinq ou vingt-six entourent le tout comme un cadre ovalaire. Il est alors difficile de reconnaître la nature de ces os ; mais si on examine la carapace par sa face inférieure (*fig.* 258), on voit aussitôt que les pièces médianes dont nous venons de parler ne sont autre chose que des dépendances des ver-

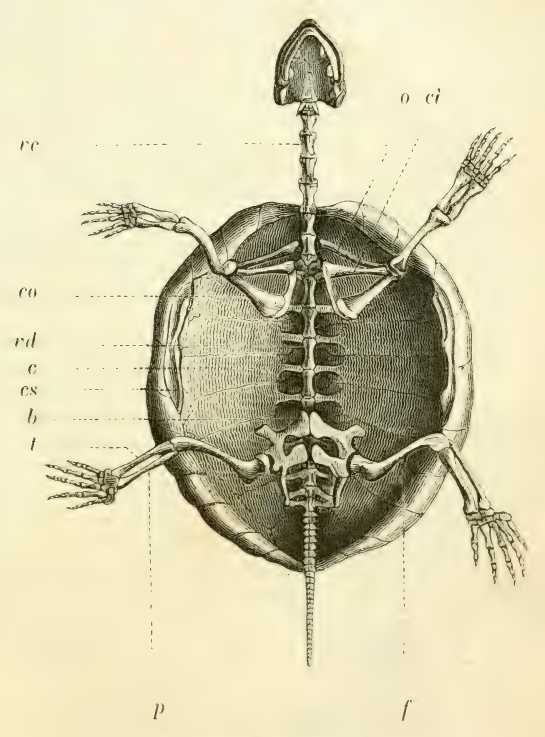


Fig. 258. *Squelette de Tortue* (1).

(1) Squelette d'une tortue de terre dont on a enlevé le plastron : — *vc* vertèbres cervicales ; — *vd* vertèbres dorsales ; — *c* côtes ; — *cs* côtes sternales ou pièces marginales de la carapace ; — *o* omoplate ; — *cl* clavicule ; — *co* os coracoïdien ; — *b* bassin ; — *f* fémur ; — *t* tibia ; — *p* péroné.

tèbres dorsales (*vd*). En dessous se trouve effectivement le corps de chacun de ces os avec sa forme ordinaire, ainsi que le canal vertébral servant à loger la moelle épinière ; mais la portion supérieure des parois de l'anneau qui constitue ce canal, au lieu d'avoir, comme de coutume, la forme d'une bande osseuse transversale, séparée de ses congénères par un espace vide, et d'être surmontée d'une apophyse épineuse, est ici élargie en manière de disque, et se continue sans interruption avec les plaques analogues appartenant à la vertèbre qui précède et à celle qui suit. Ces vertèbres dorsales, devenues ainsi immobiles, portent chacune une paire de côtes comme chez l'homme et la plupart des autres animaux vertébrés ; mais ces côtes (*c*) s'élargissent au point de se toucher dans toute ou presque toute leur longueur, et de s'articuler entre elles par des sutures ; enfin, les pièces marginales (*cs*) qui s'articulent avec l'extrémité des côtes et qui bordent en quelque sorte la carapace, représentent évidemment la portion sternale de ces os, qui, chez les mammifères, restent à l'état cartilagineux, mais qui, chez les oiseaux, sont complétement ossifiés. Dans quelques tortues, elles restent même cartilagineuses, et, chez presque tous ces animaux, plusieurs d'entre elles s'appuient latéralement sur les bords du plastron.

Le plastron est formé par le sternum, qui présente un développement extraordinaire et s'étend depuis la base du cou jusqu'à l'origine de la queue (*fig.* 257). Les pièces qui entrent dans sa composition sont au nombre de neuf, et, au lieu d'être placées toutes à la file les unes des autres comme chez les mammifères, elles sont, à l'exception d'une seule, rangées par paires, et soudées ou articulées entre elles, de façon à former une grande plaque ovalaire. Tantôt ce bouclier est entier et solide dans toute son étendue ; tantôt il est divisé en trois portions, dont l'antérieure et la postérieure sont un peu mobiles, et d'autres fois encore il est évidé au centre en manière de cadre ; enfin, de chaque côté, il est fixé à la carapace, soit par un large prolongement osseux, soit par des cartilages, et, en avant comme en arrière, il en reste écarté pour laisser passer la tête, les membres et la queue.

La carapace et le plastron, ainsi que nous l'avons déjà dit, ne sont recouverts que par la peau ; aucun muscle ne s'insère à leur surface extérieure, et c'est par conséquent dans l'intérieur du tronc que vont se fixer ceux du cou et des membres. L'épaule, au lieu de s'appuyer sur la face externe des parois du thorax, se loge également dans l'intérieur de cette cavité, et le bassin est, pour ainsi dire, rentré dans l'intérieur de l'abdomen.

Les os de l'épaule (*o, cl, co*) s'articulent avec la colonne vertébrale, d'une part, et avec le sternum, de l'autre, de façon à former une sorte d'anneau entre la carapace et le plastron. On y distingue trois branches qui souvent se soudent ensemble de bonne heure et qui convergent vers la cavité articulaire de l'humérus, qu'elles forment en se réunissant. L'un de ces os (*o*), suspendu à la colonne vertébrale, est évidemment l'omoplate ; le second, qui se dirige en arrière (*co*), est l'analogue de l'os coracoïdien des oiseaux ; et le troisième (*cl*), qui descend se joindre au plastron, est le représentant de la clavicule, ou du moins de l'apophyse acromion de l'omoplate, avec laquelle cet os s'articule d'ordinaire.

Le bassin (*b*) ressemble beaucoup à la ceinture formée par les os de l'épaule. Il se compose de trois paires de pièces distinctes : un os iliaque, qui s'attache aux apophyses transverses des vertèbres postérieures de la carapace ; un pubis et un ischion, qui l'un et l'autre se dirigent vers le plastron et se réunissent à leurs congénères.

§ 459. Chez d'autres reptiles, les os de l'épaule ressemblent davantage à ce que nous avons déjà vu chez les oiseaux. Les membres ne présentent en général rien de bien remarquable ; tantôt ils sont comme tronqués au bout, et ne peuvent servir qu'à pousser l'animal en avant : chez les tortues de terre, par exemple ; tantôt ils sont terminés par des doigts déliés et garnis d'ongles, qui permettent à l'animal de s'accrocher aux inégalités du sol et de grimper avec facilité : les pattes du lézard sont conformées de la sorte ; d'autres fois il existe à l'extrémité des doigts une disposition particulière qui est singulièrement favorable à ce genre de mouvement : ainsi, chez les grenouilles d'arbre ou rainettes (*fig.* 259), on voit à l'extrémité de chacun de ces organes une espèce de pelote arrondie et visqueuse qui permet à l'animal de se fixer contre les corps sur lesquels il grimpe, même lorsque la surface de ceux-ci est très-lisse ; et chez les geckos, dont une espèce habite le midi de la France, et y est connue sous le nom vulgaire de *Tarente* (*fig.* 260), les doigts sont très-élargis vers le bout, et garnis en dessous de petits replis cutanés qui paraissent faire fonction de ventouses, et



Fig. 259. *Rainette.*

qui permettent à ces reptiles hideux de monter le long des murs les plus unis, et même de marcher suspendus aux plafonds.

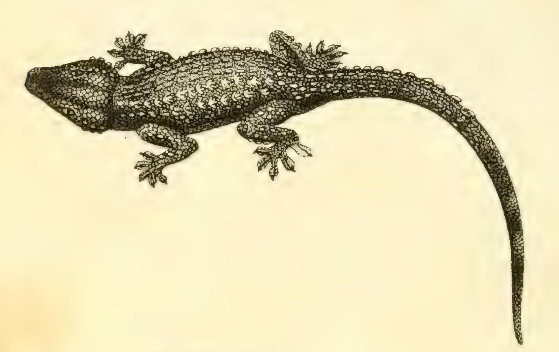


Fig. 260. *Gecko des murailles.*

Il est aussi des reptiles dont les doigts sont opposables à peu près comme à la main de l'homme ; en effet, chez les caméléons (*fig.* 261),



Fig. 261. *Caméléon commun.*

ils sont réunis en deux paquets qui s'écartent et se rapprochen comme les branches d'une pince, et qui servent à ces animaux pour saisir les branches sur lesquelles ils se tiennent ; les caméléons ont aussi la queue préhensile, ce qui en fait des animaux essentiellement grimpeurs.

Enfin, chez d'autres reptiles conformés pour une vie plus ou moins aquatique, les doigts sont tantôt palmés, comme cela se voit aux pattes postérieures de la grenouille ; ou même transformés en une sorte de rame aplatie, impropre à la marche, mais très-favorable à la natation. Les tortues de mer (*fig.* 262) sont les seuls reptiles qui nous offrent aujourd'hui ce dernier mode de structure ; mais à des époques plus reculées de l'histoire géologique du globe, nos mers étaient peuplées de grands animaux pourvus de rames semblables, et offrant du reste beaucoup de ressemblance avec les lézards et les serpents ; on en a découvert des squelettes à l'état fossile, et on les a désignés sous les noms d'ichthyosaure (*fig.* 263) et de plésiosaure (*fig.* 264).

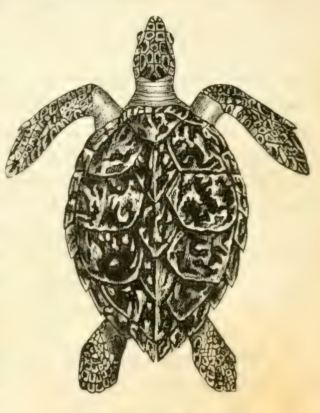


Fig. 262. *Tortue caret.*

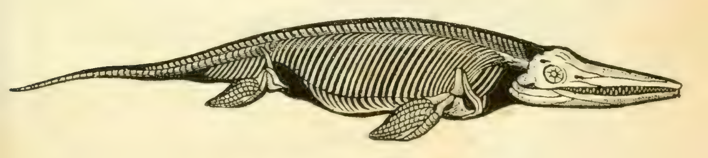


Fig. 263. *Ichthyosaure.*

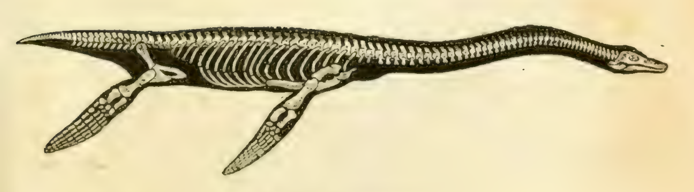


Fig. 264. *Plésiosaure*

On connaît aussi des reptiles ailés. Les dragons (*fig.* 265), animaux assez voisins des lézards, sont dans ce cas. Ils se distinguent de tous les autres animaux de la même classe par l'existence d'espèces de voiles formées par un grand repli de la peau situé le long des flancs, et assez semblables aux ailes des chauves-souris, mais qui, au lieu d'être soutenues et mises en mouvement par les membres, en sont tout à fait indépendantes, et sont soutenues par les six premières fausses côtes étendues horizontalement en ligne droite. L'animal s'en sert comme d'un parachute pour se soutenir en l'air lorsqu'il saute de branche en branche ; mais il ne peut les mouvoir avec assez de force pour voler comme une chauve-souris ou un oiseau. Ces singuliers reptiles, qui habitent l'Inde, réalisent donc, jusqu'à un certain point, la fable des lézards ou serpents volants, dont quelques écrivains de l'antiquité ont parlé ; mais les dragons des zoologistes, au lieu d'être des animaux redoutables, comme ceux des poètes, sont de très-petite taille, et n'attaquent que les insectes.

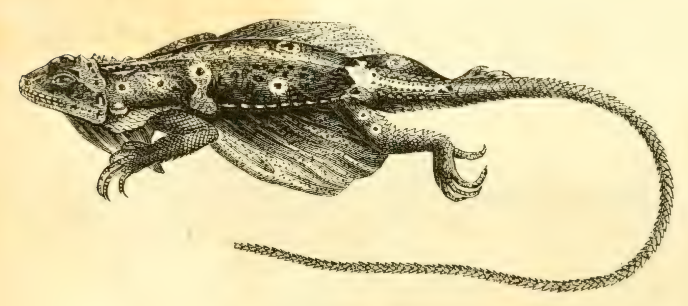


Fig. 265. *Dragon*

A l'époque où vivaient les ichthyosaures et les plésiosaures dont nous avons parlé il y a quelques iustants, il existait aussi un reptile volant encore plus singulier que le dragon. D'après la structure de sa charpente osseuse, on voit que, de même que nos chauves-souris, il devait pouvoir marcher sur la terre et voler ; car ses pattes postérieures et tous les doigts de ses pattes de devant, un seul excepté, sont conformés de la manière ordinaire ; mais le second doigt des membres antérieurs est plus de deux fois aussi long que le tronc, et servait probablement à soutenir un repli de

la peau propre à remplir les fonctions d'ailes. Pour rappeler cette conformation singulière, on a donné à ces sauriens fossiles le nom générique de PTÉRODACTYLES.

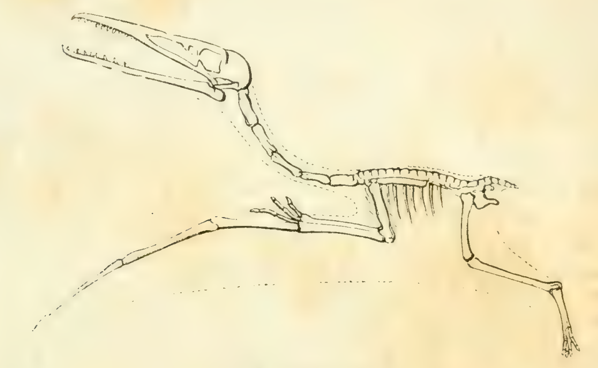


Fig. 266. *Ptérodactyle* (1).

§ 460. Les mouvements des reptiles sont en général moins vifs et moins soutenus que ceux des mammifères et des oiseaux, comme, du reste, on pouvait le prévoir d'après l'étendue plus bornée de leur respiration; car il existe toujours, ainsi que nous l'avons déjà vu, un rapport intime entre l'énergie de ces deux fonctions. Les muscles reçoivent moins de sang et présentent une teinte blanchâtre; enfin, il est également à remarquer que ces organes conservent plus long-temps leur irritabilité après qu'on les a soustraits à l'influence du système nerveux. Chez les animaux à sang chaud, la destruction du cerveau et de la moelle épinière ou la section d'un nerf détermine immédiatement une paralysie complète, soit générale, soit locale, et, peu de temps après que ce phénomène s'est déclaré, il devient impossible d'exciter des contractions musculaires en piquant ou en stimulant autrement les parties affectées. Chez les reptiles, au contraire, la faculté d'exécuter les mouvements sous l'influence de ces stimulants se conserve dans des circonstances analogues pendant fort long-temps: ainsi la queue d'un lézard, détachée du corps, continue à se mouvoir pendant plusieurs heures, et il arrive souvent de voir une

(1) La ligne ponctuée indique le contour présumé de la peau.

tortue morte depuis plusieurs jours agiter ses membres lorsqu'on en stimule les muscles par des piqûres. On peut en conclure que, chez ces animaux, la division du travail physiologique et la localisation des diverses fonctions du système nerveux sont portées moins loin que chez les mammifères et les oiseaux, d'où résulte une dépendance mutuelle moins intime entre les différentes parties de l'économie.

§ 461. L'encéphale des reptiles est peu développé; la surface du cerveau est lisse et sans circonvolutions (*fig.* 267). Les deux hémisphères sont ovalaires, plus ou moins allongés et creusés intérieurement d'un ventricule ; de même que chez les oiseaux, il n'y a point de corps strié ; enfin à leur partie antérieure on remarque souvent des lobules olfactifs assez gros, situés à l'origine des nerfs de la première paire. Les lobes optiques sont en général assez grands et placés en arrière des hémisphères, sur le même niveau. Le cervelet est au contraire très-petit, et, de même que chez les autres animaux vertébrés ovipares, il n'envoie pas sous la moelle allongée un prolongement transversal, de manière à y former une sorte d'anneau, comme chez les mammifères. La moelle épinière, comparée au cerveau, est très-développée, et on remarque aussi que les nerfs sont plus gros proportionnellement au volume des parties centrales du système nerveux que chez les animaux supérieurs.

Fig. 267.

§ 462. La plupart des reptiles n'ont pas d'organe spécial pour le toucher, et en général la sensibilité tactile ne peut être très-développée à raison de la nature de leurs téguments. Quelques-uns ont, il est vrai, la peau complétement nue et l'épiderme à peine distinct ; mais, chez la plupart, elle est recouverte par une couche épidermique épaisse et formée par des lames plus ou moins dures de matière cornée ou même osseuse. La substance connue sous le nom d'*écaille*, et employée à des usages si variés en tabletterie, n'est autre chose que les plaques cornées qui garnissent la carapace d'une espèce particulière de tortue marine appelée le *caret* (*fig.* 262). Chez les reptiles à peau nue, l'épiderme, de consistance moyenne, se détache et se renouvelle très-souvent, et, chez les animaux de cette classe où il offre plus de consistance, il se détache aussi à différentes époques de l'année, pour faire place à un épiderme nouveau ; tantôt cette espèce de mue est partielle, ou du moins l'épiderme ne tombe que par lambeaux ; mais d'autres fois il se détache en entier et conserve la forme de l'animal dont il provient. Les serpents se dépouillent ainsi plusieurs fois par an.

Les yeux des reptiles ne présentent rien de bien remarquable : leur disposition est en général à peu près la même que chez les oiseaux ; mais on n'y trouve que rarement un prolongement ayant de l'analogie avec le peigne. Les paupières sont ordinairement au nombre de trois, mais quelquefois elles manquent complétement ; chez les serpents, par exemple, la peau se continue sans interruption au-devant des yeux et présente seulement dans ce point assez de transparence pour ne pas opposer d'obstacle au passage de la lumière, disposition qui donne à ces animaux une fixité remarquable dans le regard.

L'appareil auditif est bien moins complet que chez les mammifères ou même les oiseaux. L'oreille externe manque presque toujours complétement : il n'y a jamais de conque auditive, et le tympan est à fleur de tête et à nu, ou caché sous la peau, quelquefois même il n'en existe aucune trace ; la caisse n'est d'ordinaire que très-imparfaitement cloisonnée par les os du crâne et communique par une large fente avec l'arrière-bouche, dont elle semble quelquefois n'être qu'une dépendance : les osselets de l'ouïe manquent pour la plupart ; enfin le limaçon est souvent rudimentaire.

Les fosses nasales sont peu développées et le sens du goût paraît être très-obtus chez tous ces animaux ; la langue est quelquefois épaissie et charnue, mais en général elle est mince, sèche, très-protractile et bifide vers le bout ; les serpents et les lézards (*fig.* 268) nous en offrent des exemples. La langue des grenouilles présente une particularité singulière : elle est charnue et fixée à la mâchoire par son extrémité antérieure, tandis que sa pointe dirigée en arrière est libre et peut se renverser au dehors. Enfin, chez le caméléon cet organe devient un instrument de préhension très-remarquable, car l'animal peut la darder à une distance qui dépasse la longueur de son corps, et elle se termine par une espèce de pelote visqueuse à laquelle s'attachent facilement les mouches et autres insectes dont se repaît ce reptile à mouvements lents et gauches.



Fig. 268.

§ 463. Il est peu de reptiles qui vivent uniquement de matières végétales. Presque tous sont carnivores, et, à quelques exceptions près, ne recherchent qu'une proie vivante, qu'ils avalent, en général, sans la diviser : aussi le choix des animaux dont ils se nourrissent est-il, pour ainsi dire, réglé par le calibre de leur bouche. Elle est toujours largement fendue ; mais c'est chez les serpents qu'elle est susceptible de se dilater de la manière la plus

remarquable : aussi ces reptiles peuvent-ils avaler des animaux plus gros qu'eux. Les deux branches de la mâchoire inférieure (*mi fig.* 269) ne sont pas unies, et l'espèce de pédoncule (*t*) qui les soutient (l'os tympanique) est non-seulement mobile lui-même, mais est comme suspendu à une autre portion du temporal, appelée *os mastoïdien* (*ma*), qui est également séparée du crâne, (*c*) et attachée à cette boîte osseuse par des ligaments et des muscles seulement ; les branches de la mâchoire supérieure (*m*) ne sont fixées à l'os intermaxillaire que par des ligaments qui leur permettent de s'écarter plus ou moins ; et les arcades palatines (*p*) participent aussi à cette mobilité. Ce mode de structure est en rapport avec les mœurs de ces reptiles essentiellement carnassiers. En effet, ils peuvent supporter pendant long-temps l'abstinence ; mais, en général, lorsque l'occasion se présente, ils engloutissent dans leur estomac une si grande masse d'aliments que, pendant leur digestion, ils restent dans un état d'engourdissement plus ou moins profond : ils ne mâchent pas leurs aliments ; mais leur gueule est armée de dents crochues, propres à y retenir la proie.

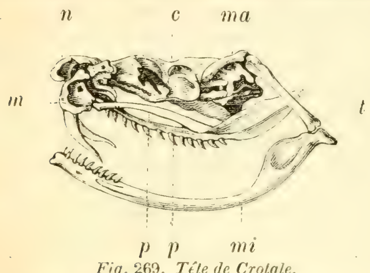


Fig. 269. *Tête de Crotale.*

§ 464. Plusieurs serpents, tels que la vipère, l'aspic (*fig.* 255), le crotale ou serpent à sonnettes, et le trigonocéphale, présentent des particularités de structure encore plus remarquables, car la nature les a pourvus d'un appareil venimeux à l'aide duquel ils frappent d'une mort subite, dès qu'ils les mordent, les animaux dont ils veulent se repaître. Leur venin est sécrété par des glandes qui ressemblent beaucoup aux glandes salivaires, et qui versent ce liquide au dehors par un conduit excréteur aboutissant à l'une des dents maxillaires de la mâchoire supérieure, dont la conformation est modifiée pour être en rapport avec les usages auxquels elle est destinée. Ces glandes (*fig.* 270, *v*) sont placées sous les muscles temporaux, de manière à être comprimées par leur contraction ; et cette dent, plus grande que les autres, est tantôt percée d'un canal, et tantôt creusée d'un sillon seulement ; mais, dans l'un et l'autre cas, le conduit qu'elle présente est en communication avec le canal excréteur de la glande venimeuse, et sert à verser le venin au fond de la plaie faite par la dent elle-même. Ce venin est un

poison des plus violents. Il n'est ni âcre ni brûlant, il ne produit sur la langue qu'une sensation analogue à celle occasionnée par une matière grasse, et il peut être avalé impunément; mais, introduit en quantité suffisante dans une plaie, il donne la mort avec une rapidité effrayante. Son énergie varie suivant les espèces et suivant les circonstances dans lesquelles le serpent se trouve. La même espèce paraît être plus dangereuse dans les pays chauds que dans les pays froids ou tempérés, et les accidents déterminés par sa morsure sont d'autant plus graves que le poison coule plus abondamment dans la plaie : aussi ces animaux sont-ils bien plus redoutables lorsqu'ils ont jeuné quelque temps, et que leur venin s'est amassé en quantité considérable dans les glandes où il est sécrété, que lorsqu'ils viennent de mordre à plusieurs reprises, et qu'il ne leur reste plus qu'une petite quantité de ce liquide. On a remarqué aussi que leur morsure n'agit pas de la même manière sur tous les animaux. Il paraîtrait que, pour les sangsues, les limaces, l'aspic, la couleuvre et l'orvet, le venin de la vipère, par exemple, n'est pas un poison; tandis qu'il peut tuer avec une grande rapidité tous les animaux à sang chaud, les lézards et la vipère elle-même. En général, la quantité de venin nécessaire pour donner la mort est, toutes choses égales d'ailleurs, d'autant plus considérable que l'animal blessé est plus grand : ainsi, lorsqu'un centième de grain de venin de la vipère suffit pour tuer un moineau, il en faudra six fois davantage pour tuer un pigeon.

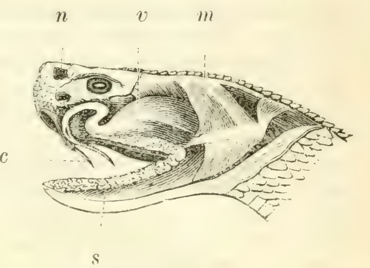


Fig. 270 (1).

Ce poison, pour agir sur l'économie animale, doit être absorbé et porté dans le torrent de la circulation; aussi, dans les cas de morsure de serpents venimeux, faut-il se hâter d'employer les moyens les plus propres à ralentir cette absorption, afin d'avoir le

(1) Appareil venimeux d'un *Crotale* ou serpent à sonnettes : — *v* glande venimeuse, dont le conduit excréteur aboutit à la grosse dent mobile (*c*); — *m* muscles élévateurs de la mâchoire, qui recouvrent en partie la glande et peuvent la comprimer; — *s* glandes salivaires qui garnissent le bord des mâchoires; — *n* narine au-dessous de laquelle se voit la fossette qui distingue ces serpents et les trigonocéphales des vipères.

temps de faire sortir ou de détruire le venin déposé au fond de la piqûre. La compression exercée sur les veines au-dessus du point piqué, et l'application d'une ventouse sur la plaie elle-même, sont les moyens les plus propres à ralentir l'absorption du poison ; mais, pour délivrer complétement le malade du danger qui le menace, il faut en général élargir la plaie et en cautériser le fond, soit avec le fer rouge, soit avec des caustiques énergiques. On a vanté aussi plusieurs remèdes internes, tels que l'ammoniaque, l'arsenic, etc. ; mais ces moyens, s'ils sont quelquefois utiles, ne peuvent inspirer une grande confiance. Les Indiens de l'Amérique du sud attribuent des vertus encore plus grandes à une plante de ce pays, connue sous le nom de *guaco* ou de *micania guaco :* ils assurent que non-seulement l'application des feuilles de guaco sur la morsure des serpents les plus dangereux prévient tout effet délétère, mais que l'inoculation du suc de cette plante empêche ces animaux de mordre la personne ainsi préparée. On cite à l'appui de cette opinion les observations d'un auteur espagnol, nommé Vergas, et celles de Mutis ; enfin, le célèbre et savant voyageur M. de Humboldt pense, d'après quelques expériences, que le guaco peut donner à la peau une odeur qui répugne au serpent et l'empêche de mordre.

Quant aux symptômes qui accompagnent l'action du venin, ils diffèrent suivant les espèces et suivant les circonstances. En général, la circulation s'affaiblit extrêmement, le sang perd la faculté de se coaguler, et la gangrène envahit la partie blessée.

La disposition de l'appareil venimeux varie chez ces reptiles. Tantôt la dent qui termine le canal excréteur du venin est un crochet mobile, tantôt une dent immobile, simplement sillonnée.

Les *serpents à crochets venimeux mobiles* sont les plus redoutables. Ces crochets (*c, fig.* 270), situés sur le devant de la bouche, sont isolés, très-aigus et percés d'un petit canal qui aboutit près de leur extrémité : ils sont fixés sur des os maxillaires très-petits (*fig.* 269), et ces os, portés sur un long pédicule, sont très-mobiles, de sorte que, lorsque l'animal ne veut pas se servir de ses crochets, il les reploie en arrière et les cache dans un repli de sa gencive, tandis que dans le cas contraire il les redresse. On voit une de ces longues dents de chaque côté, et il y a derrière chacune d'elles plusieurs germes destinés à la remplacer si elle se casse dans une plaie ; mais les os maxillaires ne portent pas d'autres dents, et on ne voit dans le haut de la bouche que les deux rangées de dents palatines, au lieu de quatre rangées, comme chez les couleuvres. Ces derniers animaux, de même que plusieurs autres

reptiles, ont le palais garni de dents aussi bien que les mâchoires. D'autres reptiles sont, au contraire, complétement dépourvus de dents (les crapauds, par exemple); et chez les tortues, où ces organes manquent également, les mâchoires sont recouvertes d'une lame cornée à bords tranchants comme le bec des oiseaux; mais il n'y a jamais de lèvres charnues et mobiles comme chez les mammifères.

§ 465. Les aliments ne devant pas séjourner dans la bouche pour y être broyés, le voile du palais aurait été en général inutile, et en effet il n'existe presque jamais. Chez la plupart de ces animaux, le pharynx n'est pas distinct de la bouche, et souvent il n'y a même aucune ligne de démarcation bien tranchée entre l'œsophage et l'estomac, qui est simple et de forme variée. Les intestins sont courts et dépourvus d'appendice cœcal; le gros intestin diffère peu de l'intestin grêle et se termine dans un cloaque où viennent aboutir aussi les canaux urinaires et les organes de la reproduction.

Les reptiles ont, de même que les animaux supérieurs, des vaisseaux lymphatiques destinés à pomper les produits de la digestion et à les verser dans le torrent de la circulation.

§ 466. Leur sang est peu riche en matières solides, et les globules elliptiques qui y nagent sont d'un volume plus considérable que dans aucune autre classe. La disposition de l'appareil circulatoire varie; mais, ainsi que nous l'avons déjà dit (§ 108), il y a toujours une communication directe entre le système vasculaire à sang rouge et le système vasculaire à sang noir, de sorte que ces deux liquides se mêlent et que les organes ne reçoivent qu'un sang imparfaitement artérialisé par le travail de la respiration. Presque toujours le cœur se compose de deux oreillettes (*fig.* 271) s'ouvrant dans un seul ventricule. Il en résulte que le sang artériel venant des poumons, reçu dans l'oreillette gauche, et le sang veineux arrivant des diverses parties du corps dans l'oreillette opposée, se mêlent dans ce ventricule commun. Une portion de ce mélange retourne par l'artère aorte dans les divers organes qu'il est destiné à nourrir, tandis qu'une autre se rend aux poumons par des vaisseaux qui naissent immédiatement du ventricule commun, ou même de l'artère aorte. Dans les crocodiles, le cœur (*fig.* 272) est conformé à peu près de la même manière que chez les oiseaux et les mammifères, et présente une cloison qui sépare le ventricule droit du ventricule gauche : il en résulte que cet organe offre deux ventricules distincts et deux oreillettes, et que le sang artériel ne s'y mêle pas au sang veineux; mais une

disposition particulière des artères opère ce mélange à quelque distance du cœur, et les vaisseaux de toute la moitié postérieure

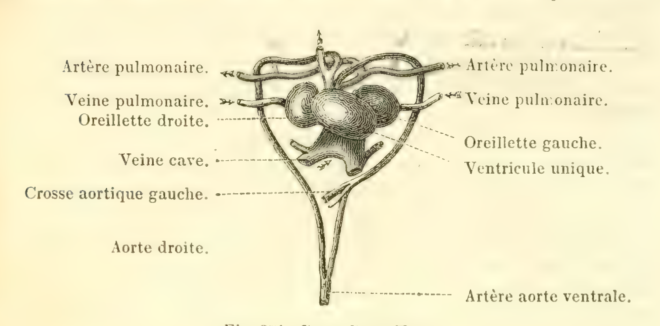


Fig. 271. *Cœur d'une Tortue.*

du corps ne reçoivent que du sang imparfaitement artérialisé. En effet, le sang veineux reçu dans le ventricule droit ne va pas en entier aux poumons, comme chez les vertébrés à sang chaud; car, à côté de l'ouverture des artères pulmonaires (*ap*), se trouve un autre vaisseau (*a*), qui naît également du ventricule droit, et qui, après s'être recourbé derrière le cœur, va aboutir dans l'aorte descendante (*ao*). Il en résulte que, à chaque contraction du cœur, une portion du sang veineux est envoyée aux poumons et une autre portion va se mêler au sang artériel; mais ce mélange ne se fait dans l'intérieur de l'artère aorte qu'au-dessous de l'origine des branches (*cc*) que ce vaisseau envoie à la tête et à la partie antérieure du tronc, de manière que ces parties reçoivent du sang artériel pur, tandis que toutes

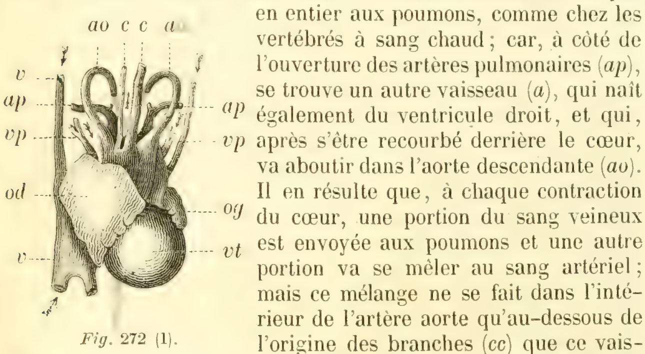


Fig. 272 (1).

(1) Cœur et gros vaisseaux du crocodile : — *v, v* veines qui rapportent le sang des diverses parties du corps à l'oreillette droite du cœur (*od*) ; — *vt* les deux ventricules, qui intérieurement sont séparés par une cloison ; — *ap* les deux artères pulmonaires qui se rendent du ventricule droit aux poumons ; — *a* vaisseau qui part du même ventricule et se réunit à l'artère aorte descendante ; — *vp* veines pulmonaires qui portent le sang artériel des poumons à l'oreillette gauche (*og*), d'où il descend dans le ventricule gauche et pénètre ensuite dans l'artère aorte (*ao*) et dans les deux artères (*cc*) qui se distribuent à la tête, etc.

celles dont les artères naissent en arrière du point de jonction de l'aorte avec le vaisseau venant du ventricule droit, ne reçoivent qu'un mélange de sang rouge et de sang noir.

Jusqu'en ces derniers temps on croyait que, chez d'autres animaux de cette classe (les batraciens), il n'existait au contraire qu'un seul ventricule ; mais on a démontré qu'il en était autrement. Quant au mode de distribution des artères chez les reptiles, nous nous bornerons à ajouter qu'il existe deux ou plusieurs crosses aortiques se recourbant à droite et à gauche, et se réunissant bientôt pour constituer un tronc unique (voy. *fig.* 41, page 77).

§ 467. La respiration est peu active chez les reptiles ; la plupart de ces animaux ne consomment que peu d'oxygène, et peuvent en être long-temps privés sans tomber en asphyxie. Du reste, la température a la plus grande influence sur ce phénomène, et, dans la saison chaude, le besoin de respirer se fait sentir bien plus vivement qu'en hiver. Une grenouille, par exemple, que l'on prive d'air, périt en moins de deux heures en été, tandis qu'en hiver elle peut continuer à vivre pendant plusieurs jours. Chez quelques reptiles, comme nous le verrons bientôt, il existe, dans les premiers temps de la vie, des branchies ; mais les poumons ne tardent pas à se développer, et d'ordinaire les branchies se flétrissent alors et disparaissent, de telle sorte que le même animal a une respiration d'abord aquatique, puis aérienne : il en est même qui conservent ces organes pendant toute la vie, et qui, ayant en même temps des poumons, sont complétement amphibies : les protées, les sirènes et les axolotles (*fig.* 122) sont dans ce cas ; mais la plupart des reptiles n'ont jamais que des poumons. Il ne faut pas en conclure cependant que leur respiration soit toujours exclusivement aérienne : car, chez plusieurs de ces animaux, la peau est aussi un organe respiratoire, et peut agir sur l'air dissous dans l'eau aussi bien que sur l'oxygène gazeux. Chez quelques reptiles, la respiration cutanée est même si active que, dans certaines circonstances, elle suffit à l'entretien de la vie.

Les poumons sont organisés d'une manière peu favorable à une grande activité de la fonction dont ils sont le siége ; car leurs cellules sont très-grandes, et par conséquent la surface vasculaire destinée à recevoir le contact de l'air est peu étendue. Ils ne sont pas logés dans une cavité particulière, le thorax n'étant pas séparé de l'abdomen par un muscle diaphragme, et l'air ne se renouvelle dans leur intérieur qu'avec moins de facilité et de régularité que chez les animaux supérieurs. Quelquefois même, chez les grenouilles et les tortues, par exemple, l'absence des côtes ou l'im-

mobilité de ces os rend impossibles les mouvements inspirateurs ordinaires, et alors c'est par ces phénomènes de déglutition que

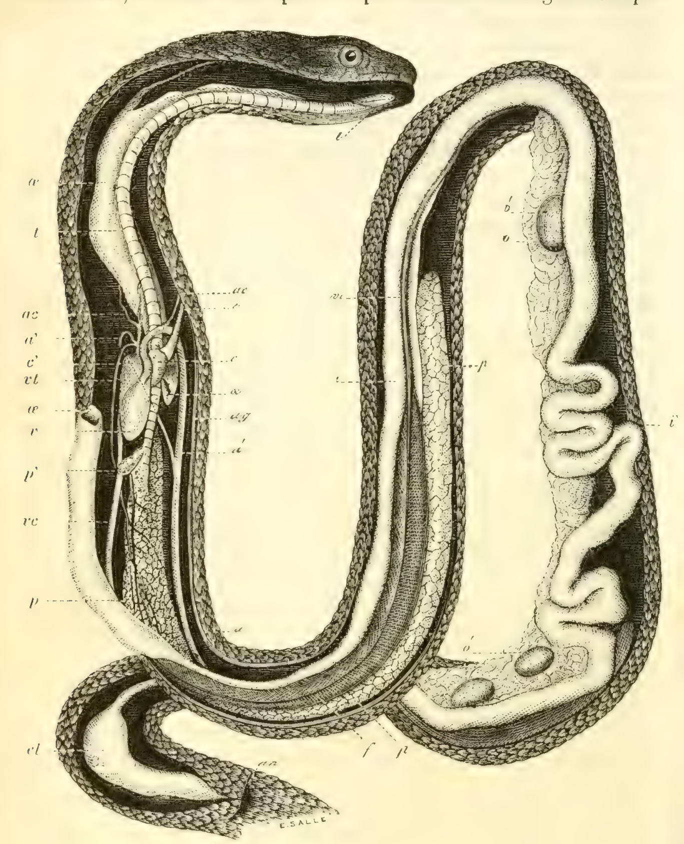


Fig. 273. Anatomie de la Couleuvre (1).

(1) — *l* langue et glotte ; — *æ* œsophage, coupé en *æ'* pour mettre à découvert le cœur, etc. ; — *i* estomac ; — *i'* intestin ; — *cl* cloaque ; — *an* anus ; — *f* foie ; — *o* ovaire ; — *o'* œufs ; — *t* trachée ; — *p* poumon principal ; — *p'* le petit poumon ; — *vt* ventricule du cœur ; — *c* oreillette gauche du cœur ; — *c'* oreillette droite ; — *ag* aorte gauche ; — *ad* aorte droite ; — *a'* aorte ventrale ; — *ac* artères carotides ; — *v* veine cave supérieure ; — *vc* veine cave inférieure ; — *vp* veine pulmonaire.

l'air est poussé dans les poumons. Il est aussi à noter que les serpents offrent, dans la disposition de l'appareil respiratoire, une anomalie remarquable, l'un de leurs poumons étant tellement rudimentaire que souvent on l'aperçoit avec peine, tandis que l'autre acquiert des dimensions très-considérables (*fig.* 273).

§ 468. Les reptiles sont tous des animaux à sang froid, c'est-à-dire qui ne produisent pas assez de chaleur pour avoir une température sensiblement au-dessus de celle de l'atmosphère. Tout leur corps s'échauffe ou se refroidit en même temps que le milieu ambiant, et les changements de température qu'ils éprouvent ainsi influent puissamment sur toutes leurs fonctions. Une chaleur d'environ quarante à cinquante degrés est promptement funeste à la plupart de ces animaux, et le froid tend à ralentir chez eux tous les phénomènes vitaux. En hiver, la plupart des reptiles ne peuvent plus digérer les matières ingérées dans leur estomac et ne prennent pas d'aliments. Leur respiration se ralentit aussi de la manière la plus remarquable. Ainsi pendant la saison froide l'action de l'air sur la peau suffit à l'entretien de la vie d'une grenouille, et on peut extirper les poumons d'un de ces animaux sans déterminer l'asphyxie; tandis qu'en été ils ont besoin non-seulement de la respiration pulmonaire, mais encore de la respiration cutanée, et la mort arrive promptement quand l'air n'agit plus sur la peau ou se trouve exclu des poumons. Enfin l'abaissement de la température détermine souvent chez ces animaux un engourdissement léthargique analogue à celui des animaux hibernants.

§ 469. De même que les oiseaux, les reptiles n'ont pas de mamelles pour allaiter leurs petits, et se reproduisent par des œufs ; seulement ceux-ci éclosent quelquefois avant la ponte (chez la vipère, par exemple), et on donne le nom d'*ovovivipares* aux animaux chez lesquels ce phénomène s'observe.

Le mode de développement de la plupart des reptiles ne présente rien d'anormal ; mais les grenouilles, les crapauds, les salamandres et les autres espèces désignées par les zoologistes sous le nom commun de *batraciens*, ne naissent pas avec la forme qu'ils doivent conserver, et subissent dans le jeune âge des métamorphoses remarquables. Ils ressemblent d'abord à des poissons par leur forme extérieure aussi bien que par leur structure intérieure, et c'est peu à peu qu'ils acquièrent les caractères propres à la classe des reptiles. Lorsqu'ils sont dans cet état transitoire on leur donne le nom de *têtards*, et les métamorphoses qu'ils subissent sont plus ou moins considérables suivant les espèces. Les grenouilles, les crapauds et quelques autres espèces conformées à peu près de

même sont, de tous les batraciens, ceux dont les métamorphoses sont les plus complètes. Au moment où le jeune têtard de grenouille sort de l'œuf, il ressemble beaucoup à un petit poisson, et il ne peut vivre que dans l'eau. Sa tête est très-grosse, son ventre renflé, et son corps, dépourvu de membres, se termine par une queue longue et comprimée; sa bouche n'est encore qu'un petit trou, à peine perceptible, et ses branchies ne consistent qu'en un tubercule placé de chaque côté à la partie postérieure de la tête. Bientôt ces appendices s'allongent et se divisent en lanières; les yeux se dessinent à travers la peau, et une fente transversale se montre sous le cou, de manière à y former une espèce d'opercule membraneux. Un peu plus tard, les branchies (*fig.* 274, *b*) se ramifient et les lèvres se recouvrent d'une sorte de bec corné, à l'aide duquel l'animal se fixe aux végétaux dont il fait sa principale nourriture; mais cet état ne dure que peu. Au bout de quelques jours, les franges branchiales qui flottaient de chaque côté du cou disparaissent (*fig.* 275), et la respiration se fait à l'aide de petites houppes vasculaires, fixées le long de quatre arcs cartilagineux, situés sous la gorge et appartenant à l'hyoïde. Une tunique membraneuse, recouverte par la peau, enveloppe ces branchies internes, auxquelles l'eau arrive par la bouche, en passant

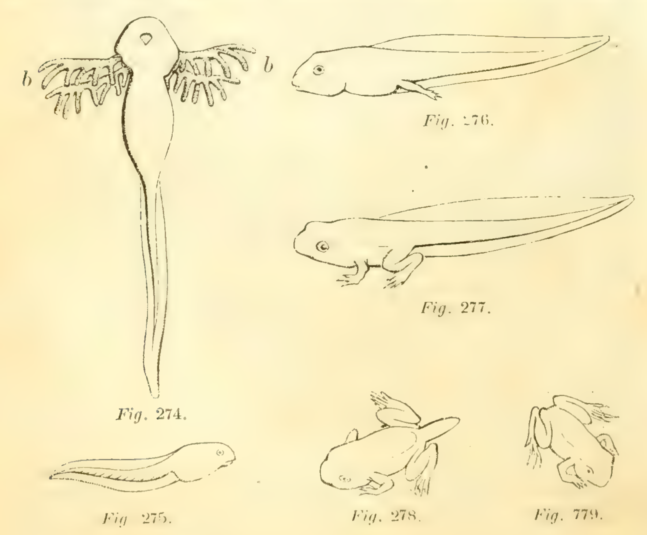


Fig. 274. *Fig.* 275. *Fig.* 276. *Fig.* 277. *Fig.* 278. *Fig.* 779.

par les intervalles des arceaux de l'hyoïde ; enfin, après avoir baigné ces organes, ce liquide sort par une ou deux fentes extérieures, dont la position varie un peu, suivant les espèces. L'appareil respiratoire présente alors, comme on le voit, la plus exacte ressemblance avec celui des poissons. Quelque temps après, les pattes postérieures du têtard se montrent et se développent petit à petit (*fig.* 276) ; leur longueur est déjà assez grande qu'on ne voit pas encore les pattes antérieures. Celles-ci se développent sous la peau, qu'elles percent plus tard (*fig.* 277). Vers la même époque, le bec corné tombe et laisse à nu les mâchoires ; la queue commence à s'atrophier (*fig.* 278), les poumons se développent, et, à mesure que ces organes deviennent plus exclusivement le siége de la respiration, les branchies se flétrissent et disparaissent ; les arceaux cartilagineux qui les portaient sont aussi en partie absorbés ; enfin la queue disparaît complétement : le petit animal prend la forme qu'il doit toujours conserver (*fig.* 279), et change complétement de régime. Herbivore d'abord, il devient peu à peu exclusivement carnivore, et à mesure que les métamorphoses s'achèvent, son canal intestinal, de long et contourné en spirale qu'il était, devient court, presque droit, et renflé dans les points correspondants à l'estomac et au colon.

L'appareil de la circulation subit des changements correspondants à ceux qu'éprouvent les organes de la respiration. Le cœur des batraciens adultes se compose, comme celui de la plupart des reptiles, de deux oreillettes et d'un seul ventricule ; d'où naît une grosse artère, qui, à sa base, est renflée en bulbe contractile, et qui bientôt se bifurque pour former les deux crosses de l'aorte ; mais lorsque le jeune animal respire par des branchies seulement, le sang, chassé du ventricule, se distribue à ces organes, et de là se rend en majeure partie dans une artère dorsale dont les branches se ramifient dans les divers organes (*fig.* 280). Nous avons déjà vu que, chez les poissons, le sang suit le même trajet (§ 109) ; mais lorsque les poumons se développent, la disposition de l'appareil vasculaire change ; il s'établit une communication directe entre les artères qui portent le sang aux branchies et celles qui le reçoivent de ces organes, de sorte que le liquide nourricier n'est plus obligé de traverser cet appareil de respiration aquatique pour arriver dans l'artère dorsale, et de là dans les diverses parties du corps. L'artère (*a*) qui naît du ventricule, et que l'on pourrait comparer d'abord à une artère branchiale, devient alors l'origine du vaisseau dorsal, et constitue avec lui une véritable artère aorte, dont certaines branches, qui se rendent aux pou-

mons, se développent en même temps et établissent la circulation pulmonaire. Enfin, les vaisseaux branchiaux s'oblitèrent, et alors

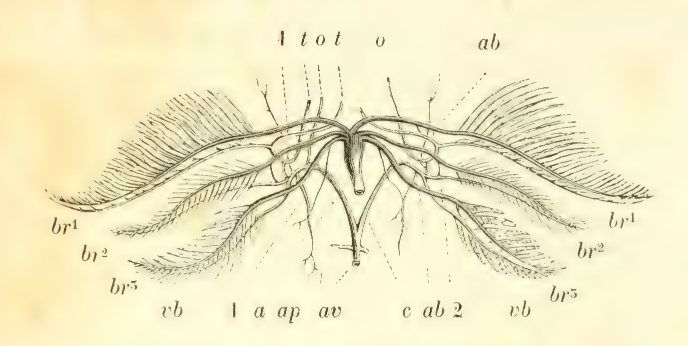


Fig. 280. *Vaisseaux sanguins du Têtard de la Salamandre* (1).

la circulation se fait à peu près de même que chez les autres reptiles. Le sang veineux, revenant de toutes les parties du corps, est versé dans le ventricule par l'une des oreillettes, et s'y mêle avec le sang artériel venant des poumons et poussé dans le même ventricule par l'autre oreillette. Ce mélange pénètre dans l'aorte, et se rend en petite partie aux poumons et en majeure partie aux divers organes de l'animal.

(1) *Fig.* 280. *a* artère qui part du ventricule unique du cœur et se divise en six branches (*ab*), qui se rendent aux trois paires de branchies et s'y ramifient (on les appelle *artères branchiales*) ; — *br* les branchies, dans lesquelles on voit se distribuer les artères branchiales et naître les veines branchiales (*vb*) qui reçoivent le sang après son passage à travers les lamelles des branchies ; celles des deux dernières paires de branchies se réunissent pour fournir de chaque côté un vaisseau (*c*) qui, en s'anastomosant à son tour avec celui du côté opposé, forme l'artère aorte ventrale ou artère dorsale (*av*), laquelle se dirige en arrière et distribue le sang à la plus grande partie du corps ; la veine branchiale de la première paire de branchies se recourbe en avant et porte le sang vers la tête (*t t*) ; — 1 petite branche anastomotique extrêmement fine qui unit l'artère et la veine branchiales entre elles à la base de la première branchie, et qui, en s'élargissant plus tard, permettra au sang de passer du premier de ces vaisseaux dans le second sans traverser la branchie ; — 2 petite branche anastomotique qui établit le passage de la même manière entre l'artère et la veine des branchies de la seconde paire ; — 3 vaisseau qui, en se réunissant avec un filet situé plus en dedans, joint également l'artère et la veine des branchies postérieures ; — *o* artère orbitaire ; — *ap* artères pulmonaires rudimentaires.

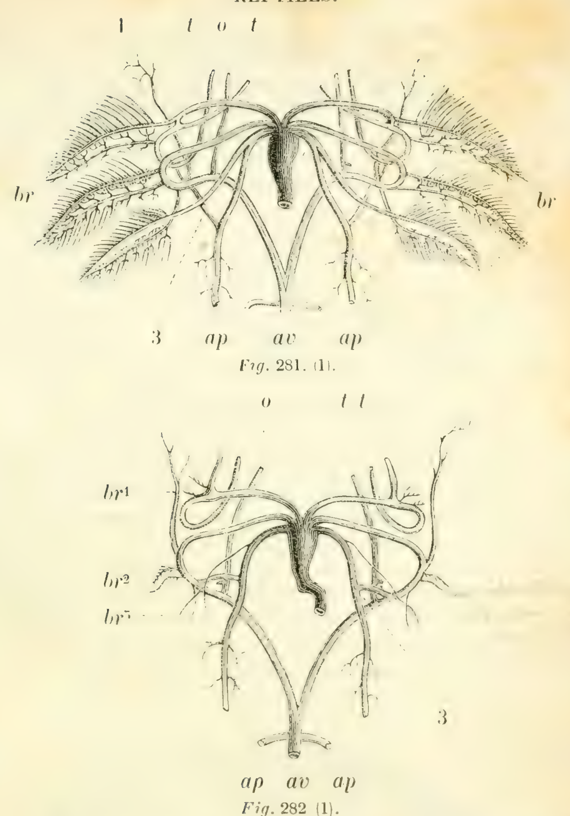


Fig. 281. (1).

Fig. 282 (1).

(1) *Fig.* 281. Les mêmes parties chez un têtard dont les branchies commencent à perdre de leur importance dans la respiration et dont une partie du sang va du cœur aux diverses parties du corps sans traverser ces organes. Les mêmes lettres indiquent les mêmes vaisseaux que dans la figure précédente, et on remarquera que les branches anastomotiques (1, 2, 3), lesquelles, dans le têtard précédent, étaient capillaires et ne pouvaient pas laisser passer une quantité notable de sang, sont ici assez grosses, et que c'est avec elles plutôt qu'avec les vaisseaux branchiaux que les artères venant du cœur semblent se continuer. Les artères pulmonaires se sont aussi beaucoup développées. — *Fig.* 282. Les mêmes parties chez l'animal parfait indiquées par les mêmes lettres; les vaisseaux qui dans le têtard se rendaient à deux branchies de la seconde paire se continuent maintenant avec l'aorte par l'intermédiaire des branchies anastomotiques (N° 2), et constituent ainsi les deux crosses aortiques.

§ 470. Certains batraciens subissent des métamorphoses moins complètes. Ainsi, les salamandres (*fig.* 283) acquièrent, comme les grenouilles, des membres par le progrès et l'âge, et perdent leurs branchies, mais conservent toujours leur longue queue, et, comme nous l'avons déjà dit, il est aussi quelques-uns de ces reptiles qui, sous le rapport de leur mode de respiration, restent toujours a l'état de têtard, car leurs branchies persistent pendant toute la vie.

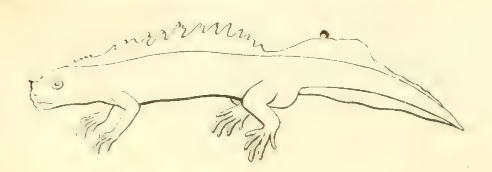


Fig. 283. *Salamandre aquatique.*

§ 471. En général; les reptiles abandonnent leurs œufs aussitôt après la ponte, et l'incubation s'en fait à l'aide de la chaleur atmosphérique seulement ; mais il est à cet égard une exception remarquable : un grand serpent de l'Inde, voisin des boas et des couleuvres, connu sous le nom de *python,* couve ses œufs, et, pendant qu'il reste enroulé autour de sa progéniture, il développe une quantité de chaleur si considérable que la température de son corps s'élève quelquefois à plus de 40 degrés. Un autre reptile voisin des crapauds, le pipa (*fig.* 284), présente aussi une particu-

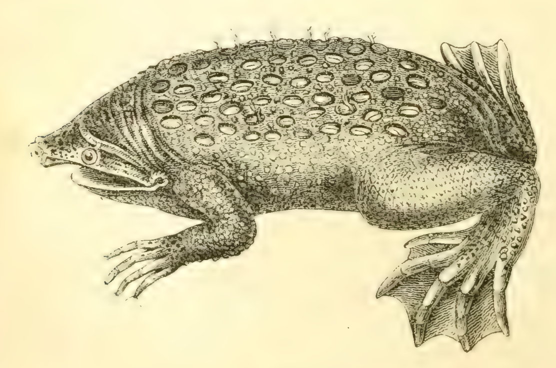


Fig. 284. *Pipa.*

larité de mœurs qui mérite d'être signalée ici : cet animal, à l'état adulte, vit à terre, mais naît sous la forme d'un têtard, et a besoin d'être alors plongé dans l'eau : aussi, au moment de la ponte, le mâle place les œufs sur le dos de la femelle, et la peau de celle-ci, irritée par le contact de ces corps, se gonfle et forme des cellules dans lesquelles les petits éclosent ; la mère, ainsi chargée, se rend à l'eau et y demeure jusqu'à ce que ses petits aient achevé leurs métamorphoses : c'est alors seulement que les jeunes pipas quittent leurs loges, et que la mère revient à terre.

§ 472. Les reptiles présentent, comme nous venons de le voir, des différences anatomiques et physiologiques tres-considérables; et pour que la classification de ces animaux soit en quelque sorte la traduction des divers degrés de ressemblance ou de dissemblance qu'ils offrent entre eux, il faut les diviser d'abord en deux groupes ou deux sous-classes, savoir :

1° Les Reptiles ordinaires, qui, à toutes les époques de la vie, sont pourvus de poumons, ne sont jamais conformés pour respirer dans l'eau, et ne subissent pas de métamorphoses ;

2° Les Reptiles amphibies, qui dans le jeune âge respirent à l'aide de branchies, et sont conformés pour vivre dans l'eau ; mais qui subissent des métamorphoses et possèdent des poumons lorsqu'ils sont à l'état adulte.

Les reptiles ordinaires se subdivisent en trois ordres : les *Chéloniens,* les *Sauriens* et les *Ophidiens.*

§ 473. Les Chéloniens ou tortues ont les côtes immobiles et réunies aux vertèbres dorsales pour constituer une *carapace* (*fig.* 258) : leur corps est également cuirassé en dessous par un *plastron* (*fig.* 253); leur bouche est dépourvue de dents et garnie d'un bec corné : enfin leur peau est presque toujours recouverte de grandes plaques écailleuses, et leurs membres sont au nombre de deux paires et assez semblables entre elles.

§ 474. Les Sauriens ou reptiles lacertiformes, et les Ophidiens ou serpents, ont, au contraire, les côtes et les vertèbres dorsales mobiles, et ils ne présentent jamais ni carapace ni plastron : ils n'ont pas de bec corné, leur bouche est fortement dentée et leur peau est écailleuse. Ils diffèrent donc considérablement des tortues, mais ils se ressemblent beaucoup entre eux, car on les distingue surtout par l'absence ou la présence des pattes, et ces organes disparaissent graduellement de façon qu'on en trouve des vestiges même chez certains reptiles qui ne peuvent plus s'en servir pour la locomotion. Quoi qu'il en soit, on donne généralement le nom d'*ophidiens* à ceux qui n'ont pas de membres, et on réserve le nom de

sauriens pour ceux qui en possèdent (*fig.* 285), et qui ressemblent ainsi à nos lézards. Comme exemple d'*ophidiens*, nous citerons les

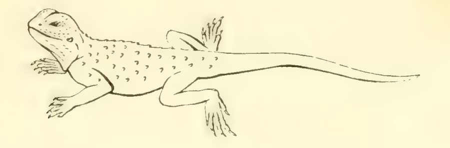


Fig. 285. *Agame.*

vipères, les crotales (*fig.* 286), les najas (*fig.* 255), parmi les serpents venimeux; et les couleuvres, les boas et les pythons parmi

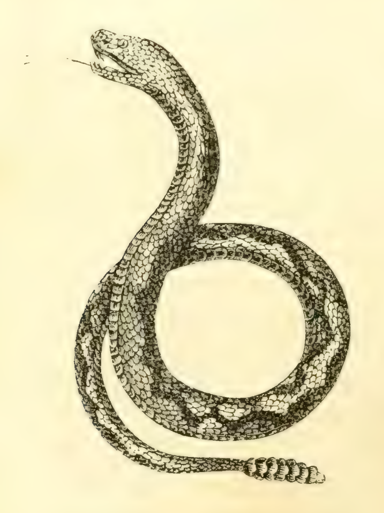


Fig. 286. ***Crotale*** ou ***Serpent à sonnettes.***

les serpents non venimeux. L'ordre des Sauriens comprend les crocodiles (*fig.* 252), les lézards, les caméléons (*fig.* 261), les geckos (*fig.* 260), les agames (*fig.* 285), les iguanes (*fig.* 287), etc.

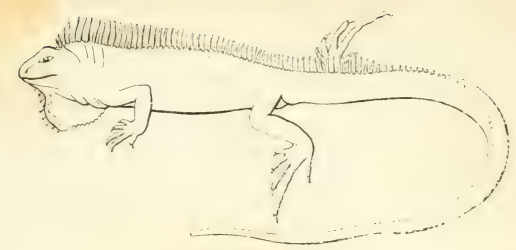


Fig. 287. *Iguane.*

§ 475. Enfin la division des reptiles amphibies ne se compose que d'un seul ordre, celui des *batraciens,* qui, en général, sont faciles à reconnaître à la nudité de leur peau. On range dans ce groupe les grenouilles, les rainettes (*fig.* 259), les crapauds (*fig.* 254), les pipas (*fig.* 284), les salamandres terrestres, les tritons ou salamandres aquatiques (*fig.* 283), les protées, les axolotles (*fig.* 122), etc., ainsi que les cécilies, qui par la forme générale de leur corps ressemblent à des serpents.

CLASSE DES POISSONS.

§ 476. La quatrième et dernière classe de l'embranchement des animaux vertébrés comprend les poissons.

Ces animaux, ainsi que chacun le sait, sont destinés à vivre sous l'eau, et cette circonstance a imprimé à toute leur organisation un cachet particulier ; mais les différences les plus importantes qu'ils présentent, lorsqu'on les compare aux autres vertébrés, consistent dans la conformation des appareils de la respiration et de la circulation. Ils n'ont des poumons à aucune époque de la vie et ils respirent par des branchies seulement. Leur cœur ne renferme que deux cavités et ne reçoit que du sang veineux ; ce liquide, après avoir subi le contact de l'oxygène, passe dans un vaisseau dorsal, où aucune nouvelle force motrice n'accélère sa course vers les diverses parties du corps (voyez § 109). Leur circulation ne peut donc être aussi active que chez les animaux supérieurs, et leur sang est froid comme celui des reptiles. La peau est nue et couverte d'écailles seulement ; ils n'ont pas de mamelles comme les mammi-

fères, et ils se reproduisent au moyen d'œufs ; enfin leurs membres ont la forme de nageoires.

§ 477. La forme extérieure des poissons varie ; mais leur corps est en général tout d'une venue. Leur tête, aussi grosse que le tronc, n'en est pas séparée par un rétrécissement semblable au cou des vertébrés supérieurs ; et leur queue, par sa grosseur vers sa base, ne se distingue pas du reste du corps. Quelques-uns de ces animaux manquent tout à fait de nageoires ; mais, chez presque tous, on voit un nombre considérable de ces organes placés, les uns sur la ligne médiane du dos ou du ventre, et par conséquent impairs, les autres sur le côté et disposés par paires (*fig.* 288). Ces derniers

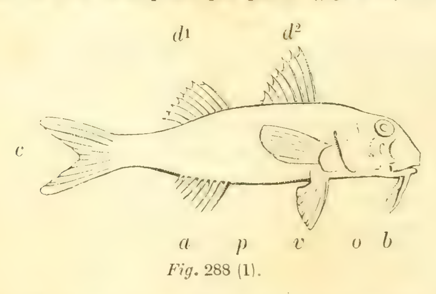


Fig. 288 (1).

représentent les quatre membres des autres animaux vertébrés ; les membres antérieurs, qui correspondent au bras de l'homme et à l'aile de l'oiseau, sont fixés, de chaque côté du tronc, immédiatement derrière la tête, et sont appelés *nageoires pectorales*. Les membres abdominaux (*v*), moins éloignés les uns des autres, occupent en général la face inférieure du corps et peuvent être placés plus ou moins en avant ou en arrière depuis le dessous de la gorge jusqu'à l'origine de la queue : on les nomme *nageoires ventrales*. Les nageoires impaires occupent, comme nous l'avons déjà dit, la ligne médiane du corps et se distinguent en *nageoires dorsales* (*d*), *nageoires anales* (*a*) et *nageoires caudales* (*c*), suivant qu'elles sont placées sous le dos, sous la queue ou à son extrémité. Du reste, les unes et les autres ont à peu près la même structure, et consistent presque toujours en un repli de la peau, soutenu par des rayons osseux ou cartilagineux, à peu près de la même manière que les

(1) Le rouget (*mullus barbatus*), pour montrer les diverses nageoires, etc. : — *p* nageoire pectorale ; — *v* nageoire ventrale ; — d^1 première dorsale ; — d^2 deuxième dorsale ; — *c* caudale ; — *a* anale ; — *o* ouverture des ouïes ; — *b* barbillons de la mâchoire inférieure.

ailes des chauves-souris et des dragons sont soutenues par les doigts ou par les côtes de ces animaux.

On remarque aussi à la surface extérieure du corps de grandes fentes placées, de chaque côté, immédiatement derrière la tête, et servant à la sortie de l'eau qui a baigné les branchies (*o*) : ce sont les ouvertures des ouïes. En général il ne s'en trouve qu'une de chaque côté, et leur bord antérieur est mobile et ressemble à un battant de volet. Enfin il règne dans toute la longueur du corps, de chaque côté, une série de pores qui forment ce que les ichthyologistes nomment la *ligne latérale*.

§ 478. La peau est quelquefois à peu près nue, mais presque toujours elle est couverte d'écailles. Quelquefois ces écailles ont la forme de grains rudes ; d'autres fois ce sont des tubercules très-gros ou des plaques d'une épaisseur considérable ; mais, en général, elles présentent l'aspect de lamelles fort minces, se recouvrant comme des tuiles et enchâssées dans les replis du derme. On peut les comparer à nos ongles ; mais elles renferment beaucoup plus de sels calcaires. Quant aux couleurs dont ces animaux sont ornés, elles étonnent par leur variété et par leur éclat. Tantôt elles ne peuvent être comparées qu'à de l'or ou à l'argent le plus brillant ; tantôt ce sont les teintes les plus riches du vert, du bleu, du rouge ou du noir. La matière argentée, qui leur donne souvent un éclat métallique si beau, est sécrétée par le derme et se compose d'une multitude de petites lames polies.

§ 479. Le squelette des poissons est ordinairement osseux ; mais, chez plusieurs de ces animaux, tels que la raie et le requin, il reste constamment à l'état fibro-cartilagineux ou cartilagineux ; et il en est même où cette charpente offre encore moins de solidité et de-

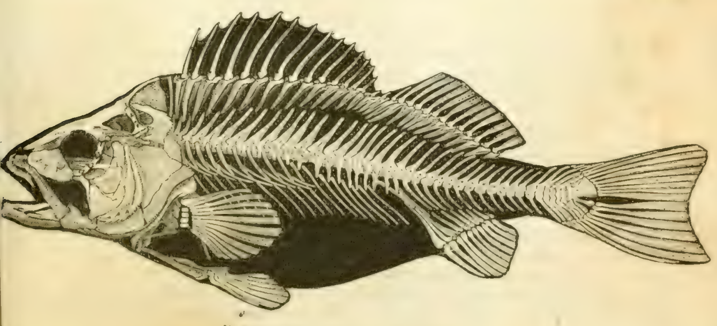


Fig. 289. *Squelette de Perche*

meure absolument membraneuse : certaines lamproies sont dans ce cas, et, sous ce rapport, elles établissent le passage entre les vertébrés et les invertébrés.

§ 480. Les os ne présentent jamais de canal médullaire, et le cartilage qui en fait la base n'est pas semblable à celui des mammifères et des oiseaux ; car, lorsqu'on le fait bouillir dans l'eau il ne donne pas de gélatine.

Le squelette se compose de la tête, à laquelle est joint un appareil hyoïdien très-développé et servant à la respiration ; du tronc et des membres.

§ 481. La structure de la tête est très-compliquée : on y remarque d'abord une portion médiane, composée d'un grand nombre d'os articulés entre eux par des sutures et formant une espèce de carène immobile, à laquelle sont suspendus les os des mâchoires,

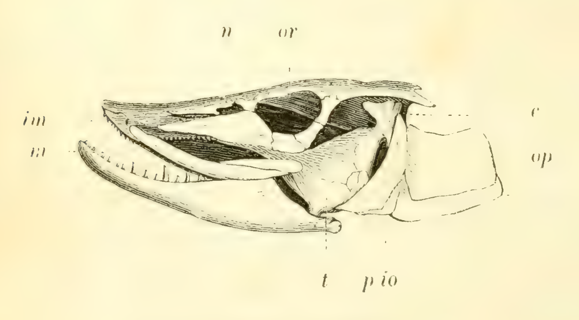


Fig. 290. Os de la tête du Brochet (1).

des joues, etc. Cette portion médiane, dont la forme ordinaire est à peu près celle d'une pyramide à trois faces, ayant son sommet dirigé en avant, présente en arrière la boîte crânienne (*c*), où se loge l'appareil de l'ouïe aussi bien que l'encéphale. Sa partie moyenne est évidée pour former les cavités orbitaires (*or*), et en

(1) *c* crâne ; — *or* orbite ; — *n* fosses nasales ; — *im* os intermaxillaire ; — *m* os maxillaire supérieur ; — *t* espèce de cloison latérale qui sépare la joue de la bouche, et qui s'articule en avant au vomer par l'intermédiaire des arcades palatines, dont on aperçoit une portion au-dessus de l'os maxillaire, en haut avec le crâne (*c*), en bas avec la mâchoire inférieure, et en arrière avec le préopercule (*p*), qui, à son tour, porte l'opercule (*op*) ; — *io* l'os ~~intermaxillaire~~ interoperculaire suivi d'un sous-operculaire.

avant on y remarque des fossettes appartenant à l'appareil olfactif (*n*), et une espèce de gros bouton formé par l'os vomer et servant à porter la mâchoire supérieure (*fig.* 291, *v*). On y distingue les analogues de l'occipital, des temporaux, des sphénoïdes, des pariétaux, du frontal, d'un ethmoïde et d'un vomer; mais la plupart de ces parties sont composées de plusieurs pièces qui ne se soudent jamais, comme cela arrive de bonne heure pour les mammifères et les oiseaux.

A l'extrémité antérieure de cette portion crânienne de la tête se trouve la mâchoire supérieure, qui y est quelquefois fixée d'une manière immobile, mais qui, en général, conserve une grande mobilité : on y distingue, de chaque coté, un os intermaxillaire (*im*), placé près de la ligne médiane, et un os maxillaire (*m*), qui s'étend latéralement et qui est mobile sur le premier.

Une chaîne de petites pièces osseuses s'étend, de chaque côté de l'angle antérieur de la fosse orbitaire, à son angle postérieur, et complète ainsi le cercle orbitaire. Plus en dedans, on voit aussi de chaque côté une sorte de cloison verticale qui est suspendue au crâne et qui sépare les orbites et les joues de la bouche. Elle est formée par les analogues des os palatins, ptérygoïdien, tympanique, etc., et s'articule avec le crâne par deux points (sur le vomer et sur les tempes). A sa partie inférieure elle donne attache à la mâchoire inférieure, et en arrière elle se prolonge de manière à constituer une sorte de couvercle mobile qui protége l'appareil respiratoire et qui est appelé *opercule*. Trois pièces de chaque côté forment la mâchoire inférieure, qui s'articule par une surface concave avec l'appareil jugal, dont nous venons de parler. Enfin, en dedans de ces cloisons latérales et au fond de la bouche se trouve une charpente très-compliquée dans sa structure, qui sert à l'insertion des branchies ou à les protéger, et qui paraît formée par l'analogue de l'hyoïde parvenu à un développement extrême (*fig.* 291). L'os de la langue (*l*) se continue en arrière avec une série de pièces médianes, et s'articule de chaque côté avec une branche latérale très-longue et très-grosse (*b*), qui, par son extrémité opposée, est comme suspendue à la face interne de la cloison latérale de la tête, dont il a été déjà question. Ces branches latérales, formées de plusieurs os, portent à leur bord inférieur une série de rayons aplatis et recourbés (*r*), qui concourent avec les opercules à compléter les parois des cavités branchiales et sont connus sous le nom de *rayons branchiostéges*. En arrière de ces branches, il part de la portion médiane de l'appareil hyoïdien quatre paires d'arcs osseux (*a*), qui se dirigent en dehors, puis se recourbent en

haut et en dedans, et vont se fixer à la base du crâne par l'intermédiaire de quelques petits os nommés *pharyngiens supérieurs* (*ph*). Ces arceaux portent les branchies et sont appelés pour cette raison *arcs branchiaux*. Enfin, en arrière de ceux de la dernière paire, à l'entrée de l'œsophage, se voient deux os pharyngiens inférieurs, disposés ordinairement de manière à pouvoir s'appliquer contre les os pharygiens supérieurs dont il vient d'être question.

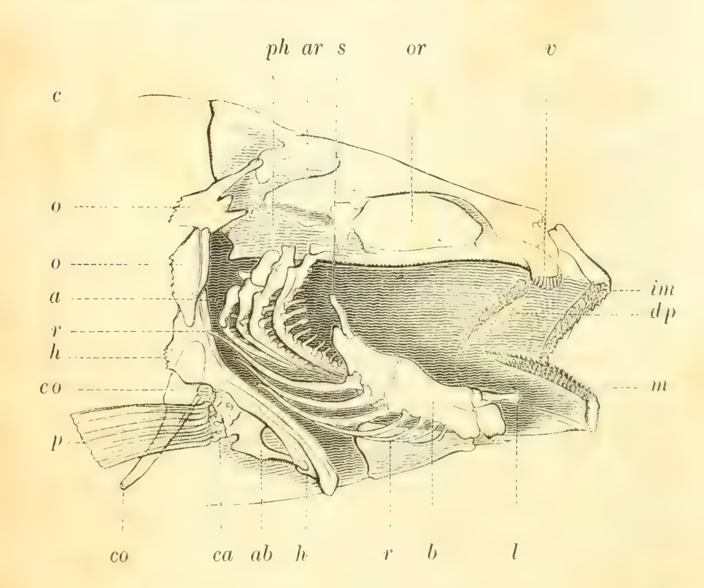


Fig. 291. *Tête et appareil respiratoire d'un poisson* (1).

(1) *Fig.* 291. Tête osseuse de la perche, dont on a enlevé, d'un côté, les mâchoires, la cloison jugale et l'opercule, pour montrer l'intérieur de la bouche et l'appareil hyoïdien; — *c* crâne; — *or* orbite; — *v* vomer (armé de dents); — *im* mâchoire supérieure; — *dp* dents implantées sur l'arcade palatine; — *mi* mâchoire inférieure; — *l* os lingual; — *b* branches latérales de l'appareil hyoïdien; — *s* stylet servant à suspendre ces branches à la face interne des cloisons jugales; — *r* rayons branchiostéges; — *a* arceaux branchiaux; — *ph* os pharyngiens supérieurs; — *ar* surface articulaire de la cloison déjà mentionnée; — *o* à *h* ceinture osseuse supportant la nageoire pectorale (*p*); — *o* et *o'* omoplate divisée en deux pièces; — *h* humérus; — *ab* os de l'avant-bras; — *ca* os du carpe; — *co* os coracoïdien.

Telle est en général la structure compliquée de la tête osseuse des poissons. Quelquefois on y remarque des anomalies : ainsi, chez les espadons et quelques autres espèces voisines des thons, la mâchoire supérieure se prolonge de façon à constituer une espèce de bec semblable à une broche ou à une lame d'épée, dont ces poissons se servent comme d'une arme puissante pour attaquer les plus grands animaux marins. Quant à la comparaison des diverses pièces dont elle se compose avec les os de la tête des mammifères, nous ne nous y arrêterons pas, car il règne encore à cet égard beaucoup d'incertitude.

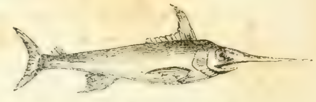


Fig. 292. *Espadon.*

§ 482. La colonne vertébrale, qui fait suite à la tête, ne présente que deux portions distinctes, l'une dorsale, l'autre caudale (*fig.* 289) ; car ici il n'y a ni cou ni sacrum. Le corps des vertèbres a une forme particulière : il est creusé en avant et en arrière d'une cavité conique ; ces deux espaces vides se joignent quelquefois de manière à les transformer en un trou, et la double cavité conique résultant de la juxta-position des deux vertèbres voisines est remplie par une substance molle. L'anneau destiné au passage de la moelle épinière est surmonté d'une apophyse épineuse, et de chaque côté on voit en général une apophyse transverse plus ou moins distincte, qui, au-dessus de la cavité abdominale, se porte en dehors et s'articule d'ordinaire avec la côte correspondante ; mais qui, dans la portion caudale de la colonne, se dirige en bas, et forme souvent avec celle du côté opposé un anneau de la partie inférieure duquel naît une longue apophyse épineuse, semblable à celle qui est située à la face dorsale de la vertèbre.

Les côtes manquent quelquefois ; d'autres fois elles enceignent tout l'abdomen, et, chez un petit nombre de poissons, elles viennent se fixer à une série d'os impairs, que l'on doit considérer comme un sternum. Souvent elles portent un ou deux stylets, qui se dirigent en dehors et pénètrent dans les chairs. Il y a quelquefois aussi des stylets semblables qui partent du corps des vertèbres : et c'est ainsi que, dans quelques genres, tels que celui des harengs, les arêtes des poissons deviennent très-nombreuses.

Enfin on trouve encore, sur la ligne médiane du corps, un certain nombre d'os, appelés *inter-épineux* (*fig.* 295, *i*), qui, en général, s'appuient contre le bout des apophyses épineuses des vertèbres, et qui s'articulent par leur extrémité opposée avec les rayons des nageoires médianes (*r*). Ces rayons sont tantôt des os

pointus, nommés *aiguillons* ou *épines;* tantôt des tiges ossifiées à leur base seulement, formées ensuite d'une multitude de petites articulations et souvent ramifiées vers le bout. Ces derniers appendices sont appelés *rayons mous* ou *articulés :* ils forment toujours la nageoire caudale (*fig.* 289), et quelquefois il n'en existe pas d'autres.

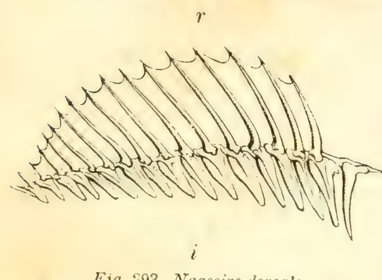


Fig. 293. *Nageoire dorsale.*

§ 483. Les nageoires latérales, qui représentent les membres, sont terminées par des rayons semblables à ceux des nageoires verticales et analogues aux doigts. A la nageoire pectorale on trouve, à la base de ses appendices, une série transversale de quatre à cinq petits os plats (*ca, fig.* 291), comparables aux os du carpe, qui, à leur tour, sont fixés à deux os plats (*ab*), qui semblent être le radius et le cubitus élargis. Cet appareil est porté sur une espèce de ceinture osseuse, située immédiatement derrière les ouïes, et sur laquelle l'opercule vient s'appliquer comme sur un chambranle : il se compose d'une série de trois os, s'étendant depuis le crâne jusqu'à l'appareil hyoïdien, et porte en arrière un long stylet. La pièce principale qui entre dans sa composition est celle qui porte l'avant-bras et qu'on peut par conséquent comparer à l'humérus (*h*) : elle se réunit inférieurement avec celle du côté opposé et avec un prolongement médian de l'appareil hyoïdien, et tient au crâne par l'intermédiaire de deux os, que Cuvier considère comme les analogues de l'omoplate (*o'*) ; enfin le stylet, qui en part et se prolonge en arrière sur les côtés du corps, est d'ordinaire formé de deux pièces et peut être comparé à un os coracoïdien (*co*).

Le membre postérieur (*fig.* 285) est moins compliqué; les rayons de la nageoire ventrale ne sont portés que par un seul os, en général triangulaire, qui souvent vient s'attacher en avant à la symphyse médiane de la ceinture osseuse du membre pectoral, et qui d'autres fois reste suspendu dans les chairs.

§ 484. Dans les poissons cartilagineux, tels que les raies et les squales, appelés vulgairement chiens de mer, la disposition du squelette diffère de ce que nous venons de décrire, et offre une ressemblance très-grande avec le squelette encore cartilagineux des têtards. Le crâne n'est pas divisé par des sutures et ne se compose

que d'une seule pièce, modelée d'ailleurs et percée à peu près comme le crâne d'un poisson ordinaire. La mâchoire supérieure est formée par des pièces analogues aux os palatins ou au vomer ; les maxillaires et les intermaxillaires n'existent pas ou ne se trouvent qu'à l'état de vestige, cachés sous la peau. La mâchoire inférieure n'a également qu'une pièce de chaque côté, et l'appareil operculaire manque en général complétement. La colonne vertébrale est quelquefois formée en grande partie d'un seul tube, percé de chaque côté pour le passage des nerfs, mais point divisé en vertèbres distinctes ; souvent aussi le corps des vertèbres est percé de part en part, de façon que la substance gélatineuse qui remplit les intervalles de ces os forme un cordon continu. Quant à la disposition des os de l'épaule, du bassin et des nageoires, elle varie. Enfin, l'appareil hyoïdien, qui supporte les branchies, est en général conformé à peu près de même que chez les poissons ordinaires ; mais, dans les derniers degrés de cette série (chez les lamproies, par exemple), les arcs branchiaux manquent.

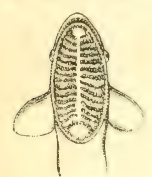
§ 485. La plupart des poissons nagent avec une grande agilité ; on assure que le saumon, par exemple, avance quelquefois avec une vitesse de huit mètres par seconde et parcourt en une heure l'espace de trois ou quatre myriamètres. En général c'est en frappant latéralement l'eau par des flexions alternatives de la queue et du tronc qu'ils se meuvent de la sorte : aussi les muscles destinés à courber latéralement la colonne vertébrale sont-ils si développés qu'ils constituent ordinairement à eux seuls la majeure partie de la masse du corps. Les nageoires médianes, c'est-à-dire la caudale, la dorsale et l'anale, servent à augmenter l'étendue de cette espèce de rame ; mais les nageoires latérales, c'est-à-dire les pectorales et les ventrales, ne concourent que peu à la progression, et ont en général pour usage principal d'influer sur la direction de la course et surtout de maintenir l'animal en équilibre.

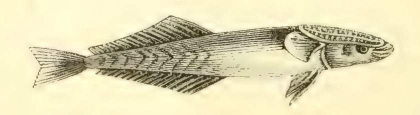
§ 486. Une particularité de l'organisation des poissons, qui leur est d'un grand secours dans la natation, est l'existence d'une espèce de poche remplie d'air et disposée de manière à pouvoir être comprimée à volonté. Cette *vessie natatoire,* placée dans l'abdomen, sous l'épine dorsale, communique d'ordinaire avec l'œsophage ou avec l'estomac par un canal à travers lequel l'air contenu dans son intérieur peut s'échapper ; mais ce fluide ne paraît pas y pénétrer par cette voie : il est le produit d'une sécrétion ayant son siége dans une portion glandulaire des parois du réservoir lui-même, et quelquefois celui-ci est complétement fermé. Par les mouvements des côtes, cette vessie élastique est plus ou moins comprimée.

et, suivant le volume qu'elle occupe, elle donne au corps du poisson une pesanteur spécifique égale, supérieure ou inférieure à celle de l'eau, et le fait ainsi rester en équilibre, descendre ou monter dans ce liquide. On a remarqué qu'elle manque souvent et que généralement elle est très-petite dans les espèces destinées à nager au fond des eaux ou même à s'enfouir dans la vase, telles que les raies, les soles, les turbots et les anguilles.

Chez un petit nombre de poissons, les nageoires pectorales prennent un développement extrême et permettent à l'animal de se soutenir pendant quelques instants dans l'air, lorsqu'il s'élance hors de l'eau. Le dactyloptère (*fig.* 87) nous en a déjà offert un exemple. Il en est aussi quelques-uns qui, en rampant ou par des sauts répétés, parviennent à avancer sur la terre. On en cite même qui grimpent sur les arbres ; mais ces exemples sont bien rares.

En traitant des organes du mouvement chez les poissons, nous ne pouvons omettre de signaler un appareil très-singulier qui se voit chez quelques-uns de ces animaux et qui leur permet d'adhérer avec une grande force aux corps étrangers : c'est un disque aplati qui recouvre le dessus de la tête, et qui se compose d'un certain nombre de lames cartilagineuses dirigées obliquement en arrière et mobiles (*fig.* 294). Les poissons du genre Echénéis sont les seuls qui offrent ce mode d'organisation, et l'un d'eux, qui vit dans la Méditerranée et dans l'Océan, est depuis long-temps célèbre sous le nom de *Remora* (*fig.* 295) : du reste son histoire a été chargée de fables. On a prétendu que ce petit poisson se nourrissait par l'espèce de succion qu'il exerce avec le disque dont nous venons de parler, et on lui a attribué le pouvoir d'arrêter subitement la course du vaisseau le plus rapide. Une espèce, voisine de la précédente, est très-commune dans les eaux de l'île de France, et il paraît que, sur les côtes de la Cafrerie, on l'emploie à la pêche, en le lâchant à la poursuite des poissons et en le ramenant à l'aide d'une ligne attachée à sa queue aussitôt qu'il s'est fixé sur sa proie.

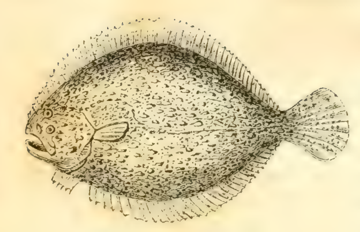

Fig. 294.


Fig. 295. *Le Remora.*

§ 487. La vie d'un poisson se passe presque entièrement à pourvoir à sa subsistance et à fuir ses ennemis ; ses sens extérieurs ne paraissent lui donner que des impressions obtuses et ses facultés sont des plus bornées ; on ne lui connaît aucune industrie, aucun instinct remarquable : aussi son cerveau est-il peu développé, et ses organes des sens bien imparfaits.

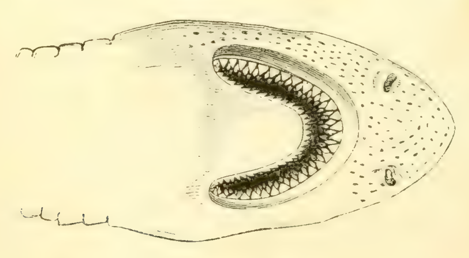
La cavité du crâne est petite relativement à la masse du corps, et l'encéphale ne la remplit pas à beaucoup près. Entre ses parois et le cerveau, on trouve une masse spongieuse et grasse, d'un volume considérable, surtout chez les individus adultes. Les lobes qui composent l'encéphale sont placés à la file les uns des autres et représentent souvent une espèce de double chapelet. On y distingue un cervelet, des hémisphères cérébraux, des lobes optiques, des lobes olfactifs et, en arrière de toutes ces parties, des lobes appartenant à la moelle allongée.

La nature des téguments des poissons doit leur rendre le tact bien imparfait ; et, dénués, comme ils le sont, de membres prolongés et surtout de doigts flexibles et propres à envelopper les objets, ce n'est qu'au moyen de leurs lèvres que ces animaux peuvent exercer le sens du toucher. Les barbillons qu'on leur voit autour de la bouche (*b, fig.* 288) paraissent servir à les avertir du contact des corps. Le goût est aussi à peu près nul ; car leur langue, à peine mobile, n'est pas charnue, et ne reçoit que peu de nerfs, et les aliments ne séjournent jamais dans la bouche. L'appareil de l'odorat est de structure plus compliquée, mais n'est pas disposé de façon à être traversé par l'air ou par l'eau servant à la respiration. Les fosses nasales ne consistent qu'en deux cavités terminées en cul-de-sac, s'ouvrant en général au dehors chacune par deux narines, et tapissées par une membrane pituitaire plissée d'une manière très-remarquable. L'oreille est presque toujours logée tout entière dans la cavité du crâne, sur les côtés du cerveau, et ne consiste guère qu'en un vestibule surmonté de trois canaux semi-circulaires, auxquels les ondes sonores n'arrivent qu'après avoir mis en vibration les téguments communs et les os du crâne. En général on ne voit rien qui puisse être comparé à l'oreille externe, au tympan ou à la caisse. Enfin les yeux sont très-grands et peu mobiles : ils n'ont pas de véritables paupières ni d'appareil lacrymal. La peau passe au-devant de l'œil et se laisse traverser par la lumière. La cornée est presque plane, la pupille très-large et peu ou point contractile ; enfin, le cristallin est sphérique. En général ces organes n'offrent rien de particulier quant à leur position ; mais chez quelques poissons ils présentent, à cet égard, une anomalie remarquable : en


Fig. 296. *Le Turbot.*

effet, chez les soles, les plies, les turbots et les autres poissons plats (*fig.* 296), ils ne sont pas logés, comme d'ordinaire, des deux côtés de la tête, mais sont dirigés l'un et l'autre du même côté, et cette espèce de monstruosité coïncide avec un défaut de symétrie dans d'autres parties du corps.

§ 488. Les poissons sont très-voraces : il n'en est qu'un très-petit nombre qui vivent principalement de matières végétales, et, en général, ils avalent sans choix tous les petits animaux qui sont à leur portée. Quelques espèces sont dépourvues de dents, mais chez la plupart il en existe même plusieurs rangées, comme dans la gueule du requin, par exemple (*fig.* 297) ; et le plus ordinairement on en trouve non-seulement aux deux mâchoires, mais au


Fig. 297. *Tête du Requin.*

palais, implantées sur le vomer ou sur les os palatins (*fig.* 291), à la langue, sur le bord intérieur des arcs branchiaux, et enfin jusque dans l'arrière-bouche, sur les os pharyngiens qui entourent l'entrée de l'œsophage. Elles n'ont jamais de racines, mais se soudent avec l'os qui les porte : elles tombent néanmoins, probablement par un mécanisme analogue à celui de la chute du bois des cerfs, et sont remplacées par de nouvelles dents, qui naissent tantôt dessous, tantôt à côté des anciennes. Les dents dont les mâchoires sont armées ne servent en général qu'à retenir ou à briser la proie ; celles situées au fond de la bouche sont rarement disposées de manière à la broyer. Du reste leur forme varie beaucoup ; tantôt elles sont si fines et si serrées qu'elles offrent l'aspect du velours ; et

d'autres fois elles constituent des crochets robustes, des lames à bords tranchants ou des tubercules arrondis.

§ 489. Quelques poissons ne se nourrissent pas de matières solides et vivent en suçant seulement les liquides qu'ils puisent dans les corps d'autres animaux : les lamproies sont dans ce cas, et leur bouche, au lieu d'avoir la disposition ordinaire, offre une structure très-singulière, mais bien en rapport avec ses fonctions : en effet, les cartilages qui, chez les raies, etc., forment les mâchoires, sont ici soudés en anneaux et soutiennent un disque charnu dont la surface est garnie de dents et dont le milieu est occupé par la bouche ; enfin, la langue, également armée de dents, se meut en avant et en arrière en manière de piston, et permet à l'animal de se servir de cet appareil, comme d'une ventouse, soit pour se fixer aux corps étrangers, soit pour pomper les corps dont il se nourrit.

La bouche n'est entourée d'aucune glande salivaire. L'œsophage est court ; l'estomac et les intestins varient pour la forme et les dimensions. Le foie est généralement grand et d'un tissu mou ; presque toujours le pancréas est remplacé par des cœcums d'un tissu particulier, placés autour du pylore ; enfin, la position de l'anus varie beaucoup : quelquefois il se trouve sous la gorge, d'autres fois à la base de la queue. Les reins sont extrêmement volumineux et s'étendent des deux côtés de la colonne vertébrale dans toute la longueur de l'abdomen. Leurs conduits excréteurs aboutissent à une espèce de vessie, dont l'ouverture externe est placée immédiatement derrière l'anus et l'orifice des organes reproducteurs.

La digestion paraît se faire très-rapidement, et le chyle est absorbé par de nombreux vaisseaux lymphatiques, qui aboutissent par plusieurs troncs dans le système veineux, près du cœur.

§ 490. Le sang des poissons, comme nous l'avons déjà dit, est rouge, et les globules ont une forme elliptique et des dimensions considérables (§ 81, *fig.* 28, *c*).

Le cœur (*fig.* 42) est placé sous la gorge, dans une cavité séparée de l'abdomen par une espèce de diaphragme, et protégé par les os pharyngiens en dessus, les arcs branchiaux sur les côtés, et en général par la ceinture humérale en arrière. Il se compose, comme nous l'avons déjà vu (§ 109), d'une oreillette, qui reçoit le sang veineux rassemblé dans un vaste sinus situé auprès, et d'un ventricule placé en dessous et donnant naissance, par son extrémité antérieure, à une artère pulmonaire, dont la base est renflée et constitue un bulbe contractile. Ce vaisseau se divise bientôt en branches latérales, qui se distribuent aux branchies, et le sang, après avoir traversé ces organes, remonte vers la tête par un autre

vaisseau qui longe également le bord des arcs branchiaux. Là, ces canaux envoient quelques branches aux parties voisines et se réunissent pour former une grande artère dorsale, laquelle se dirige en arrière au-dessous de la colonne vertébrale, et donne des rameaux à toutes les autres parties du corps (*fig.* 42). Enfin tout le sang veineux ne se rend pas directement dans le sinus que nous avons déjà mentionné ; celui des intestins et de quelques autres parties, avant que de retourner au cœur, se répand par la veine porte dans le foie.

On voit donc que le sang, en parcourant le cercle circulatoire, traverse en entier l'appareil de la respiration, comme chez les mammifères et les oiseaux, mais ne passe qu'une seule fois dans le cœur, ce qui doit rendre sa marche plus lente. Enfin le cœur lui-même correspond par ses fonctions à la moitié droite du même organe chez les vertébrés supérieurs (voyez *fig.* 39).

§ 491. La respiration se fait au moyen de l'air dissous dans l'eau et a lieu à la surface d'une multitude de lamelles saillantes et très-vasculaires, fixées au bord externe des arcs branchiaux, dont nous avons déjà indiqué la position. En général on compte, de chaque côté, quatre branchies, composées chacune de deux rangées de lamelles allongées. Dans la plupart des poissons cartilagineux il y en a cinq, et dans la lamproie on en trouve sept. Chez presque tous les poissons osseux, ces lamelles sont simples et fixées par la base seulement ; chez un petit nombre, tels que les hippocampes appelés vulgairement *chevaux marins* (*fig.* 298), elles sont au contraire ramifiées et en forme de panaches ; enfin, chez la plupart des poissons cartilagineux, tels que les raies et les requins, elles sont fixées à la peau par leur bord externe aussi bien qu'aux arcs branchiaux par leur bord interne.

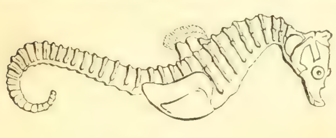


Fig. 298. *Hippocampe.*

L'eau nécessaire à la respiration entre dans la bouche, et, par un mouvement de déglutition, passe par les fentes que les arcs branchiaux laissent entre eux, et arrive de la sorte aux branchies, dont elle baigne la surface, puis elle s'échappe au dehors par les ouvertures des ouïes. On voit, en effet, l'animal ouvrir la bouche et soulever son opercule alternativement. Chez les poissons dont les branchies sont libres à leur bord extérieur, il suffit d'une seule de ces ouvertures de chaque côté ; mais, lorsque les branchies sont fixes, il faut, pour la sortie de l'eau, autant d'ouvertures qu'il y a

d'espaces interbranchiaux. Aussi, chez le requin (*fig.* 299), on en compte cinq paires, et chez la lamproie (*fig.* 315) sept paires. On peut par conséquent connaître la disposition de l'appareil respiratoire par la seule inspection de ses ouvertures extérieures. Il est aussi à noter que chez quelques poissons l'eau ne passe pas directement de la bouche dans la cavité respiratoire par les fentes situées entre les arcs branchiaux, mais y arrive par un canal situé au-dessous de l'œsophage à peu près comme la trachée des animaux supérieurs ; les lamproies offrent ce mode de structure

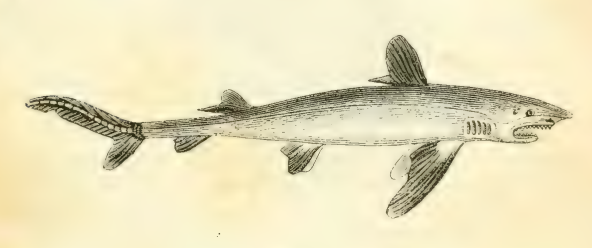


Fig. 299. *Requin.*

Les poissons ne consomment qu'une quantité assez faible d'oxygène ; quelques-uns cependant ne se contentent pas de celle qui est dissoute dans l'eau, et viennent de temps en temps à la surface respirer l'air. Il en est même qui en avalent et qui convertissent l'oxygène en acide carbonique, en le faisant passer au travers de leur intestin ; la loche des étangs nous offre, en effet, un exemple de ce singulier phénomène. Lorsque les poissons demeurent hors de l'eau, ils périssent en général promptement par asphyxie ; non pas que l'oxygène leur manque, mais parce que, les lamelles branchiales n'étant plus soutenues par l'eau, s'affaissent et ne se laissent pas traverser aussi facilement par le sang, et parce que ces organes, en se desséchant, deviennent impropres à remplir leurs fonctions : aussi les poissons qui périssent le plus promptement par l'exposition à l'air ont-ils des ouïes très-fendues, ce qui facilite l'évaporation à la surface des branchies ; tandis que ceux qui résistent le mieux ont ces ouvertures très-étroites ou possèdent même quelque réceptacle où ils peuvent conserver de l'eau pour humecter ces organes. Les divers poissons qui composent la famille des Pharyngiens labyrinthiformes sont très-remarquables

sous ce rapport et doivent leur nom aux cellules aquifères placées au-desssus de leurs branchies.

Ces cellules (*fig*. 300), renfermées sous l'opercule et formées par des lamelles des os pharyngiens, servent effectivement à retenir une

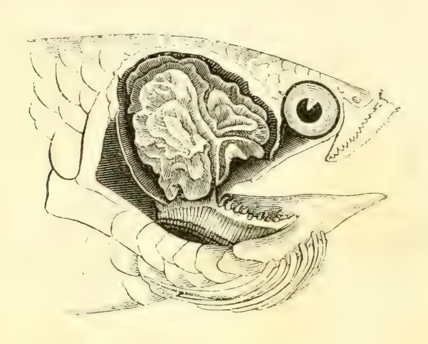


Fig. 300. *Appareil respiratoire de l'Anabas.*

certaine quantité d'eau, laquelle maintient les branchies humides lorsque l'animal est à l'air, et lui permet d'y vivre assez long-temps : aussi ces poissons ont-ils l'habitude de sortir des rivières et des étangs, qui sont leur séjour ordinaire, et de se porter à d'assez grandes distances, en rampant dans l'herbe ou sur la terre. Ceux qui présentent cet appareil labyrinthiforme, porté au plus haut degré de complication, et qui ont reçu le nom d'Anabas, non-seulement restent très-long-temps hors de l'eau, mais encore, à ce que l'on assure, grimpent sur les arbres. La plupart des poissons de cette famille habitent les Indes, la Chine et les Moluques. Une espèce, le *Gourami,* qui est originaire de la Chine et qui est très-estimé pour sa chair savoureuse, a été acclimaté dans les étangs de l'île de France et de Cayenne.

§ 492. Ainsi que nous l'avons déjà dit, les poissons ne produisent presque pas de chaleur ; mais quelques-uns d'entre eux ont la singulière faculté de développer de l'électricité et de donner ainsi des commotions très-fortes aux animaux qui les touchent. La torpille, le silure ou malaptérure et une espèce de gymnote sont dans ce cas, et, chose remarquable, l'organe électrique présente une conformation toute différente chez chacun d'eux.

C'est la gymnote ou *anguille électrique* (*fig.* 301) qui possède au plus haut degré cette faculté curieuse ; elle habite l'Amérique méridionale et ressemble beaucoup aux anguilles ordinaires, si ce n'est qu'elle manque de nageoires au bout de la queue et que sa peau est sans écailles bien visibles. Ce poisson atteint deux mètres de long ; son corps est allongé et tout d'une venue, et sa peau est enduite d'une matière gluante : il est très-commun dans les petits ruisseaux et les mares que l'on rencontre çà et là dans les plaines immenses situées entre la Cordillière, l'Orénoque et la Bande-Orientale; et on le trouve aussi dans le Méta, l'Apure, l'Orénoque, etc. Les commotions électriques qu'il donne à volonté et dans la direction qu'il choisit suffisent pour abattre les hommes et les chevaux, et la gymnote a recours à ce moyen pour se défendre contre ses ennemis, et pour tuer de loin les poissons dont elle veut se repaître ; car l'eau, ainsi que les métaux, transmet le choc engourdissant de ce singulier animal de la même manière que les paratonnerres conduisent, de l'atmosphère dans la terre, l'électricité des nuages. Ses premières décharges sont en général faibles ; mais quand il est irrité et agité, elles deviennent de plus en plus vives et sont alors terribles. Lorsqu'il a frappé ainsi à coups redoublés, il s'épuise et a besoin d'un repos plus ou moins prolongé avant que de pouvoir donner de nouveaux chocs. On dirait qu'il emploie ce temps à charger ses organes électriques, et les Américains profitent de cette circonstance pour le prendre sans danger. Pour faire la pêche des gymnotes, ils font entrer de force, dans les étangs habités par ces poissons, des chevaux sauvages, qui, recevant les premiers chocs, sont bientôt étourdis et abattus ou même tués ; ensuite ils s'emparent des gymnotes épuisées avec des filets ou avec le harpon.

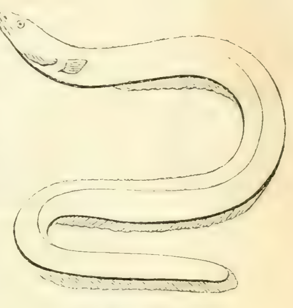


Fig. 301. *Gymnote.*

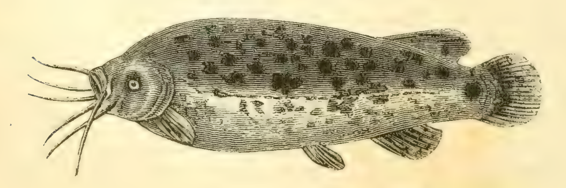
L'appareil à l'aide duquel la gymnote produit ces commotions électriques règne tout le long du dos et de la queue, et consiste en quatre faisceaux longitudinaux, composés d'un grand nombre de lames membraneuses parallèles et très-rapprochées entre elles, qui sont à peu près horizontales et unies par une infinité d'autres lamelles plus petites, placées verticalement en travers ; les petites cellules prismatiques et transversales, formées par la réunion de

ces lames, sont remplies d'une matière gélatineuse ; enfin tout l'appareil reçoit des nerfs très-gros.

La torpille (*fig.* 302) est un poisson cartilagineux et aplati qui ressemble beaucoup aux raies ordinaires. Son corps est lisse et représente un disque à peu près circulaire, dont le bord antérieur est formé par deux prolongements du museau, qui, de chaque côté, vont rejoindre les nageoires pectorales et laissent entre ces organes, la tête et les branchies, un espace ovalaire servant à loger l'appareil électrique de ces poissons. Cet appareil (*fig.* 304) se compose d'une multitude de tubes membraneux verticaux, serrés les uns contre les autres, comme des rayons d'abeilles, subdivisés par des cloisons horizontales en petites cellules remplies de mucosités et animées par plusieurs branches très-grosses des nerfs pneumo-gastriques. C'est dans ces singuliers organes que se produit l'électricité à l'aide de laquelle les torpilles peuvent donner, à ceux qui les touchent, des commotions violentes, et produire tous les phénomènes qui, dans les expériences de physique, résultent d'un courant électrique ordinaire, tels que des étincelles, des décompositions chimiques, etc. Ces poissons sont moins puissants que les gymnotes, mais peuvent néanmoins frapper d'engourdissement le bras de celui qui les touche, et ils se servent probablement de ce moyen pour s'emparer de leur proie. On a constaté dernièrement que cette propriété est sous la dépendance du lobe postérieur de l'encéphale, et qu'en détruisant ce lobe ou en coupant les nerfs qui en partent, on anéantit la faculté de produire des commotions. Nous en avons dans nos mers plusieurs espèces qui fréquentent les côtes de la Vendée et de la Provence.


Fig. 302. *Torpille commune.*

Enfin la silure électrique ou malaptérure (*fig.* 303) habite le Nil et le Sénégal ; sa longueur est d'environ trois à quatre décimètres, et elle paraît devoir la faculté de donner des commotions électri-


Fig. 303. *Malaptérure électrique.*

ques à un tissu particulier situé entre la peau des flancs et les muscles et ayant l'apparence d'un tissu cellulaire feuilleté. Les Arabes donnent à ce poisson le nom de *raasch,* qui signifie *tonnerre.*

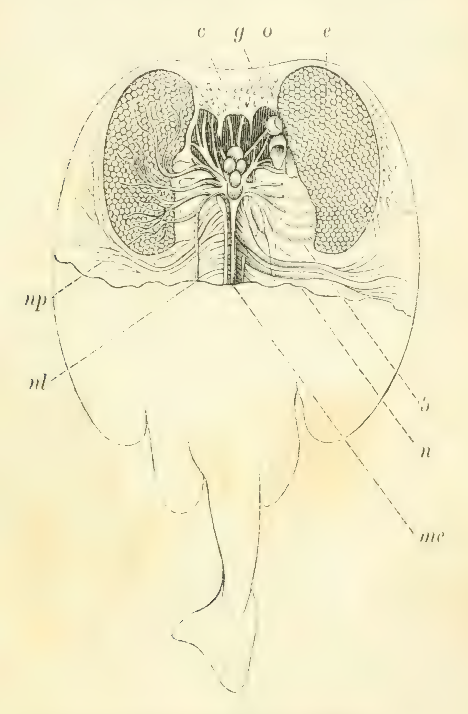


Fig. 304. *Appareil électrique de la Torpille* (1).

§ 493. Les poissons se multiplient au moyen d'œufs, et le nombre de ceux-ci est quelquefois immense : il peut s'élever, pour une seule ponte, à des centaines de mille. En général, ils n'ont qu'une enveloppe mucilagineuse et sont fécondés après la ponte. Quelques-uns

(1) *c* le cerveau ; — *me* la moelle épinière ; — *o* œil et nerf optique ; — *e* organes électriques ; — *np* nerfs pneumogastriques se rendant à l'organe électrique ; — *nl* branche du précédent constituant le nerf latéral ; — *n* nerfs spinaux.

de ces animaux sont au contraire ovovivipares ; mais quelle que soit la manière dont les jeunes poissons sont amenés à la vie, ils sont, du moment de leur naissance, abandonnés complétement à eux-mêmes, et dans le premier âge il en périt beaucoup.

C'est au développement simultané d'un nombre incalculable d'œufs déposés dans un même lieu et à l'instinct qui pousse divers poissons à se suivre entre eux, que l'on doit attribuer la réunion de certaines espèces en légions immenses et serrées, appelées par les pêcheurs des *bancs de poissons*. En effet, on ne peut guère appeler ces réunions des sociétés ; les individus dont elles se composent ne s'aident pas entre eux ; les mêmes besoins à satisfaire les retiennent dans la même localité ou les en éloignent, et si on les voit quelquefois suivre l'un d'entre eux comme un guide, c'est probablement par suite d'une tendance à l'imitation qui accompagne toujours les premières lueurs de l'intelligence.

§ 494. Quoi qu'il en soit, ces animaux, ainsi réunis en troupes, font souvent de longs voyages, tantôt pour gagner la mer, tantôt pour remonter les rivières ou pour changer de parages. Certains poissons mènent une vie presque sédentaire et restent toujours dans la localité qui les a vus naître ; d'autres sont toujours errants, et un grand nombre de ces animaux font périodiquement des voyages plus ou moins longs. A l'époque du frai, ils se rapprochent ordinairement des côtes, ou entrent dans les rivières et font quelquefois de la sorte un trajet extrêmement long. Chaque année, vers la même époque, des bandes de poissons voyageurs arrivent dans les mêmes parages, et l'on croit généralement que plusieurs de ces espèces émigrent régulièrement du nord vers le sud et du sud vers le nord, en suivant une route déterminée ; mais peut-être serait-il plus exact de croire que lorsqu'ils disparaissent du littoral ils se retirent seulement dans les grandes profondeurs de la mer. Le hareng est un des poissons les plus remarquables sous ce rapport, et le plus célèbre par l'importance des pêches dont il est l'objet. Il habite les mers du nord et arrive chaque année en légions innombrables sur diverses parties des côtes de l'Europe, de l'Asie et de l'Amérique, mais ne descend guère au-dessous du quarante-cinquième degré de latitude nord. Quelques naturalistes pensent que tous ces bancs de harengs se retirent périodiquement sous les glaces des mers polaires, et partent de cette retraite commune en une immense colonne, qui, en se subdivisant, se répandrait sur presque toutes les côtes situées au-dessus du parrallèle que nous venons d'indiquer. On a été même jusqu'à tracer sur la carte l'itinéraire de ces poissons ; mais cette longue émigration et ce rendez-

vous commun dans les régions arctiques sont loin d'être démontrés, et il y a lieu de croire que les choses ne se passent pas de la sorte. C'est près de nos côtes que les harengs déposent leurs œufs, et il est probable que les jeunes se retirent bientôt dans les grandes profondeurs de la mer et s'y dirigent vers le nord, où ils doivent rencontrer en plus grande abondance les petits crustacés et les autres animalcules propres à leur servir d'aliments. Au printemps, d'autres besoins les rapprochent du rivage et leur font rechercher des eaux moins profondes et plus chaudes : ils se montrent alors en légions innombrables et descendent vers le sud, mais, après être arrivés dans la Baltique, sur les côtes de la Hollande et jusque dans la Manche, on ne les voit pas reprendre la route du nord pour passer l'hiver sous les glaces du pôle, et recommencer au printemps suivant leur prétendu voyage périodique.

Quoi qu'il en soit, aux mois d'avril et de mai, les harengs commencent à se montrer dans les eaux des îles Shetland, et, vers la fin de juin ou en juillet, ils y arrivent en nombre incalculable et en formant de vastes bancs serrés, qui couvrent quelquefois la surface de la mer dans une étendue de plusieurs lieues et ont plusieurs centaines de pieds d'épaisseur. Peu après ces poissons se répandent sur les côtes de l'Écosse et de l'Angleterre. Pendant les mois de septembre et d'octobre, ils y donnent lieu à de grandes pêches ; et, depuis la mi-octobre jusque vers la fin de l'année, ils abondent dans la Manche, principalement depuis le détroit de Calais jusqu'à l'embouchure de la Seine. En juillet et août, ils restent d'ordinaire en pleine mer ; mais ensuite ils entrent dans les eaux peu profondes, et cherchent un endroit convenable pour y déposer leurs œufs, où ils séjournent jusque vers le mois de février. Les harengs les plus vieux fraient les premiers et les jeunes plus tard ; mais la température et d'autres circonstances paraissent influer aussi sur ce phénomène ; car dans certaines localités on en trouve d'œuvés pendant presque toute l'année. Après la ponte, ils sont maigres et peu estimés ; les pêcheurs les appellent alors des *harengs gais*. Leur multiplication est prodigieuse : on a trouvé plus de soixante mille œufs dans le ventre d'une seule femelle de moyenne grandeur. On assure que leur frai recouvre quelquefois la surface de la mer dans une grande étendue, et ressemble de loin à de la sciure de bois qui y serait répandue. Du reste, on ne sait que fort peu de chose sur le jeune âge de ces poissons (1).

(1) La pêche du hareng est une des plus importantes : elle occupe chaque année des flottes entières, et jadis elle était poursuivie avec encore plus d'activité. Vers le milieu du dix-septième siècle, les Hollandais n'y employaient pas moins de

§ 495. Les sardines, les maquereaux, les thons et les anchois sont aussi des poissons de passage qui visitent périodiquement nos côtes et y donnent lieu à des pêches importantes. Le saumon est également remarquable par ses voyages; il habite toutes les mers arctiques, et chaque printemps il entre en grandes troupes dans les rivières pour les remonter jusque près de leurs sources. Dans ces émigrations, les saumons suivent un ordre régulier, en formant deux longues files réunies en avant et conduites par la plus grosse femelle qui ouvre la marche, tandis que les plus petits mâles sont à l'arrière-garde. Ces troupes nagent en général avec grand bruit, au milieu des fleuves et près de la surface de l'eau si la température est douce, plus près du fond si la chaleur est forte. D'ordinaire les saumons avancent lentement et en se jouant; mais, si quelque danger paraît les menacer, la rapidité de leur natation devient telle que l'œil peut à peine les suivre. Si une digue ou une cascade s'oppose à leur marche, ils font les plus grands efforts pour la franchir. En s'appuyant sur quelque rocher et en redressant tout à coup avec violence leur corps courbé en arc, ils s'élancent hors de l'eau et sautent quelquefois de la sorte à une hauteur de quatre à cinq mètres dans l'atmosphère pour aller tomber au delà de l'obstacle qui les arrêtait. Les saumons remontent ainsi les fleuves jusque vers leur source, et vont chercher dans les petits ruisseaux et les endroits tranquilles un fond de sable et de gravier propre à y déposer leurs œufs; puis, maigres et affaiblis par tant de fatigues,

deux mille bâtiments, et on a évalué à huit cent mille le nombre de personnes que cette branche d'industrie faisait vivre dans les deux provinces de la Hollande et de la Frise occidentale. Les Norwégiens, les Américains, les Écossais, les Anglais, et même nos pêcheurs, s'y adonnent aussi en grand nombre; et aujourd'hui encore, bien que son importance soit moindre, elle est néanmoins une grande source de richesses pour tout le littoral des mers du nord. Dans nos divers ports situés entre Dunkerque et l'embouchure de la Seine, on compte chaque année trois à quatre cents bâtiments montés par environ cinq mille marins qui s'occupent de la pêche du hareng, et on évalue à près de 4 millions les produits qu'ils en obtiennent.

Cette pêche se fait d'ordinaire avec des filets de cinq à six cents toises de long dont le bord inférieur est alourdi par des pierres, tandis que le bord supérieur est maintenu à flot au moyen de barils vides, et dont les mailles sont juste assez grandes pour permettre au hareng d'y enfoncer la tête jusqu'au delà des ouïes, mais ne laissent pas passer les nageoires pectorales. Le poisson, en cherchant à vaincre l'obstacle que cette grande cloison verticale oppose à son passage, s'emmaille ainsi, et ne pouvant plus, à cause de ses nageoires et de ses ouïes, ni avancer ni reculer, il reste prisonnier jusqu'à ce que les pêcheurs retirent leur filet à bord. Le nombre des harengs qui se prennent de la sorte est quelquefois si considérable qu'en peu d'instants tout le filet s'en trouve garni et rompt sous leur poids. En général, cette pêche se fait loin du port, et pour conserver le poisson on le sale à bord.

ils redescendent en automne vers l'embouchure des fleuves et vont passer l'hiver dans la mer. Les œufs sont déposés dans un enfoncement que la femelle creuse dans le sable. Le mâle vient ensuite les féconder. Les jeunes saumons grandissent très-promptement, et, lorsqu'ils ont atteint la longueur d'environ un pied, ils abandonnent le haut des rivières pour gagner la mer, qu'ils quittent à son tour, pour rentrer dans les fleuves lorsqu'ils sont longs de quatre à cinq décimètres, c'est-à-dire vers le milieu de l'été qui a suivi leur naissance. Nous avons déjà vu que les hirondelles, qui, à l'approche de la saison froide, émigrent vers le sud, reviennent chaque année dans les mêmes lieux. Il paraît que les saumons ont le même instinct. Pour s'en assurer, un naturaliste, nommé Deslandes, mit un anneau de cuivre à la queue de douze de ces poissons et leur rendit la liberté dans la rivière d'Auzou, en Bretagne. Bientôt après ils disparurent tous, mais l'année suivante on reprit dans le même lieu cinq de ces saumons ; la seconde année, trois ; et l'année d'après, trois encore.

§ 496. Les mœurs des poissons n'offrent que peu de particularités curieuses ; mais l'histoire de ces animaux doit néanmoins nous intéresser, ne fût-ce qu'à raison de l'importance des pêches dont ils sont l'objet. A une époque qui n'est pas bien éloignée de la nôtre, cette branche d'industrie occupait un cinquième de la population totale de la Hollande, et pour la pêche du hareng seulement ce pays couvrait de ses bâtiments les mers du nord. En Angleterre, elle fait subsister aussi un nombre considérable de bons et hardis matelots ; et même en France, où elle a moins d'importance, on compte de trente à quarante mille pêcheurs, dont près du tiers s'aventure chaque année jusque sur les côtes de l'Islande et de Terre-Neuve à la recherche de la morue (*fig.* 305), grand et excellent poisson qui abonde dans ces parages et qui se montre aussi, mais en petit nombre, dans nos mers.

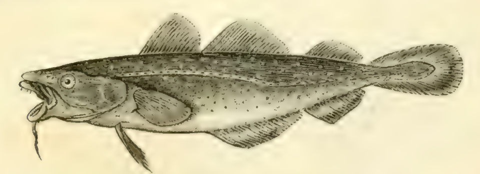


Fig. 305. *La Morue commune.*

§ 497. **Classification.** — Les poissons constituent une des classes les plus nombreuses du Règne animal, et se divisent naturellement en deux séries d'après la nature de leur squelette.

Le groupe ou sous-classe des POISSONS OSSEUX est de beaucoup le plus nombreux en genres et en espèces. Il se compose de tous les poissons ordinaires et se subdivise, d'après des caractères en général peu importants, en six ordres, désignés sous les noms d'*acanthoptérygiens,* de *malacoptérygiens abdominaux,* de *malacoptérygiens subbranchiens,* de *malacoptérygiens apodes,* de *lophobranches* et de *plectognathes.*

§ 498. Les PLECTOGNATHES se distinguent de tous les autres poissons à squelette osseux, par la conformation de la bouche ; car leur mâchoire supérieure, au lieu d'être mobile comme d'ordinaire, est soudée ou engrenée au crâne. On range dans ce petit groupe : les coffres (*fig.* 306), qui sont remarquables par l'espèce de cuirasse à compartiments osseux dont ils sont revêtus. Les diodons et les tétrodons, qui ont la faculté de se gonfler comme des ballons en avalant de l'air et en distendant ainsi un peu leur estomac, appartiennent aussi à cette division.

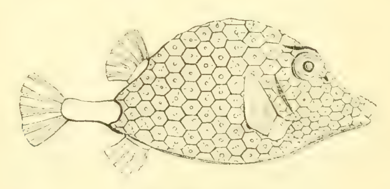


Fig. 306. *Coffre.*

§ 499. L'ordre des LOPHOBRANCHES ne présente rien de particulier dans la disposition des mâchoires, mais est caractérisé par la structure des branchies ; en effet, ces organes, au lieu d'avoir la forme des dents de peigne, se divisent en petites houppes rondes fixées par paires le long des arcs branchiaux. On y range les syngnathes, les hippocampes (*fig.* 298), etc.

§ 500. L'ordre des ACANTHOPTÉRYGIENS comprend tous les poissons osseux à mâchoire supérieure mobile et à branchies pectinées, dont la première nageoire dorsale est soutenue par des rayons osseux et spiniformes (*fig.* 293). Cette division comprend les trois quarts des poissons connus, et se subdivise en un grand nombre de familles. On y range : les perches, les maquereaux, les thons, les espadons, etc.



Fig. 307. *Thon.*

§ 501. L'ordre des MALACOPTÉRYGIENS ABDOMINAUX se distingue du précédent par la nature des rayons qui constituent la première

nageoire dorsale, et qui, au lieu d'être épineux, sont cartilagineux, articulés vers le bout et, en général, divisés en plusieurs branches (*fig.* 308). Ce caractère lui est commun avec les deux groupes de poissons osseux dont il nous reste à parler, et pour l'en distinguer il faut ajouter que les nageoires ventrales sont situées sous l'abdomen, en arrière des pectorales et non attachées aux os de l'épaule. Nous citerons comme exemple de cet ordre : les carpes, les brochets (*fig.* 309), les silures (*fig.* 303), les saumons, les harengs, les sardines et les anchois.

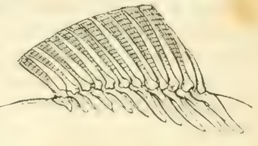


Fig. 308.

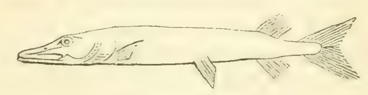


Fig. 309. *Brochet.*

§ 502. Les Malacoptérygiens subbranchiens ont les nageoires conformées de la même manière que dans l'ordre précédent, mais leurs nageoires sont placées sous les pectorales et suspendues aux os de l'épaule. Cette division comprend : la morue (*fig.* 305), le merlan, le remora (*fig.* 295), et la famille des pleuronectes ou poissons plats, composée des plies (*fig.* 309), des turbots (*fig.* 296), des soles, etc.

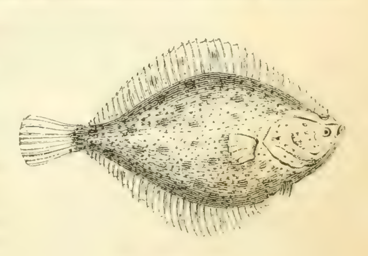


Fig. 310. *Plie.*

§ 503. Enfin, l'ordre des Malacoptérygiens apodes est surtout caractérisé par le défaut de rayons épineux à la nageoire dorsale et le manque absolu de nageoires ventrales. Les poissons qui offrent ce mode de structure ont tous une forme allongée et une peau épaisse, molle et peu écailleuse ; ce sont les anguilles, les gymnotes (*fig.* 304), etc.

§ 504. Les poissons cartilagineux ou chondroptérygiens ont le squelette ordinairement cartilagineux ; quelquefois cette charpente intérieure est même presque membraneuse, mais jamais elle n'est osseuse, la matière calcaire qui en durcit la surface ne s'y déposant que par petits grains. On y remarque aussi une ressem-

blance très-grande avec le squelette encore cartilagineux des têtards. Il est seulement à noter que les pièces qui représentent les os maxillaires supérieurs et intermaxillaires sont rudimentaires, et que la mâchoire supérieure est formée essentiellement par les analogues des os palatins. Tantôt les branchies sont libres à leur bord externe, comme chez les poissons osseux ; tantôt, au contraire, elles sont attachées par ce bord aussi bien que par leur bord interne, et cette différence sert de base à la division des poissons cartilagineux en deux groupes, savoir : les *chondroptérygiens à branchies libres*, qui constituent un seul ordre, et les *chondroptérygiens à branches fixes*, qui en forment deux, les *sélaciens* et les *cyclostomes*.

§ 505. L'ordre des Chondroptérygiens a branchies libres est désigné aussi sous le nom des *sturioniens*, parce qu'il a pour type l'esturgeon (*sturio*). Il se compose de poissons dont la forme ne présente rien d'anormal (*fig.* 311) et qui ont pour la plupart la peau garnie de grandes plaques osseuses disposées par rangées, et la bouche dépourvue de dents.

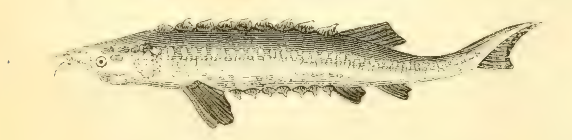


Fig. 311. *Esturgeon*

§ 506. Les Chondroptérygiens a branchies fixes présentent un caractère commun très-remarquable dans la disposition de l'appareil respiratoire. Les branchies au lieu d'être libres par leur bord externe et suspendues dans une cavité commune, d'où l'eau s'échappe au dehors par une seule ouverture, sont, au contraire, adhérentes aux téguments, de sorte que, pour la sortie de l'eau qui les a baignées, il faut autant d'ouvertures qu'il y a d'intervalles entre elles. Ces ouvertures sont presque toujours extérieures ; quelquefois cependant elles débouchent dans un canal commun, servant à transmettre l'eau au dehors ; enfin, des arcs cartilagineux, souvent suspendus dans les chairs, sont placés vis-à-vis des bords extérieurs des branchies. Du reste, ces poissons diffèrent beaucoup entre eux et constituent, ainsi que nous l'avons déjà dit, deux ordres, les *Sélaciens* et les *Cyclostomes*.

§ 507. L'ordre des Sélaciens comprend tous les poissons cartilagineux à branchies fixes, dont les mâchoires sont mobiles et

disposées pour la mastication. On y range la famille des squales, composée des requins (*fig.* 299), des squales proprement dits, des marteaux (*fig.* 313), des scies, etc. ; et la famille des raies, dans laquelle les torpilles prennent place aussi bien que les raies proprement dites (*fig.* 312). Tous ces poissons ont, de chaque côté du cou ou à

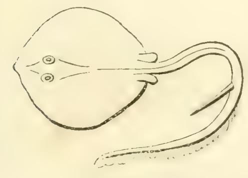


Fig. 312. *Raie.*



Fig. 313. *Marteau.*

sa face inférieure, cinq ouvertures branchiales en forme de fentes, et plusieurs portent à la partie supérieure de la tête deux ouvertures, appelées *évents,* qui conduisent aux branchies et qui servent à y porter l'eau nécessaire à la respiration lorsque la gueule de l'animal est remplie par une proie trop volumineuse. Ces animaux sont très-voraces et sont souvent remarquables par la force et la multiplicité de leurs dents, le requin, par exemple (*fig.* 299). Les uns sont ovo-vivipares, les autres font des œufs revêtus d'une coque dure et cornée.

§ 508. L'ordre des Cyclostomes est caractérisé par la conformation singulière de la bouche, qui n'est propre qu'à la succion, et qui se compose d'une sorte de ventouse formée par les mâchoires soudées en anneaux (*fig.* 314). Ces poissons sont les plus imparfaits de tous les vertébrés. Leur squelette est quelquefois membraneux (chez les ammocètes ou lamprillons) et offre toujours bien moins de complications que chez les autres poissons ; le système nerveux est très-peu développé et les branchies ont la forme de petites bourses. Les lamproies (*fig.* 315) constituent le type principal de ce groupe.

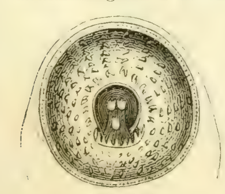


Fig. 314. *Bouche de lamproie.*

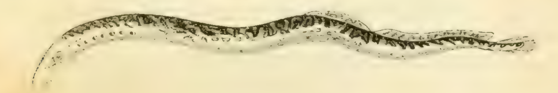


Fig. 315. *Lamproie.*

DEUXIÈME EMBRANCHEMENT.

ANIMAUX ANNELÉS ou ARTICULÉS.

§ 509. Les animaux qui composent cette grande division présentent non-seulement une structure extérieure essentiellement différente de celle qui est propre aux trois autres embranchements du Règne animal; mais aussi des caractères extérieurs, en général, si tranchés et si évidents, qu'il est presque toujours facile de les reconnaître au premier coup d'œil. Tout leur corps, en effet, est divisé en tronçons et semble composé d'une suite d'anneaux placés à la file les uns des autres. Chez les uns, cette disposition annulaire résulte seulement de l'existence d'un certain nombre de plis transversaux qui sillonnent la peau et ceignent le corps; mais, chez la plupart, l'animal est renfermé dans une sorte d'armure solide, composée d'une série d'anneaux soudés entre eux ou réunis de manière à permettre des mouvements. Cette armure a des usages analogues à ceux de la charpente intérieure des animaux vertébrés; car elle détermine la forme générale du corps, elle protége les parties molles, elle donne des points d'attache aux muscles, et elle fournit à ces organes des leviers propres à assurer la précision et la rapidité des mouvements . aussi l'appelle-t-on souvent un *squelette extérieur;* mais ce serait à tort que l'on voudrait y voir le représentant ou l'analogue du squelette des vertébrés, car, dans la réalité, elle n'est autre chose que la peau devenue dure et rigide, ou même encroûtée par une sorte d'épiderme calcaire de consistance pierreuse. Pour donner une idée vraie de ses usages aussi bien que de sa nature, il serait par conséquent préférable de la nommer un *squelette tégumentaire.*

§ 510. Les divers anneaux ou tronçons du corps d'un animal articulé ont toujours beaucoup de ressemblance entre eux; quelquefois, chez la scolopendre par exemple (*fig.* 139), ils sont presque tous la répétition exacte les uns des autres, et toujours ils montrent une tendance remarquable vers cette uniformité de structure. Chaque

anneau peut porter deux paires d'appendices ou de membres, l'une appartenant à son arceau dorsal ou portion supérieure (*fig.* 316), l'autre à son arceau ventral ; et, lorsque ces appendices sont peu développés, et que la division du travail physiologique est peu

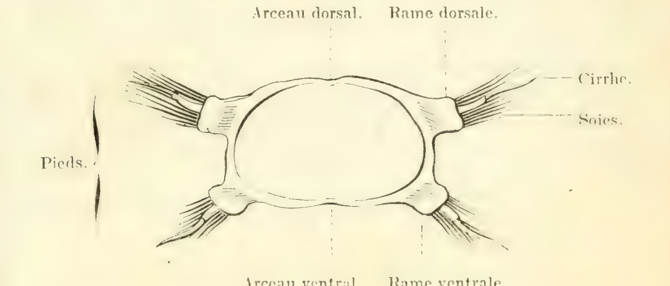


Fig. 316. *Coupe verticale d'un anneau du corps d'un annélide du genre amphinome.*

avancée, tous les anneaux en sont effectivement pourvus : aussi le nombre de ces organes est-il quelquefois extrêmement considérable ; mais, en général, les appendices de certains anneaux acquièrent un grand développement, et, par une sorte de compensation ou de balancement organique, les autres restent rudimentaires ou ne se montrent même pas. Presque toujours les appendices de l'arceau inférieur sont les seuls qui se développent, et ils prennent des formes d'autant plus variées que l'animal est plus élevé dans la série des êtres. Ce sont eux qui, diversement modifiés, constituent les filaments semblables à des cornes qui ornent la tête des insectes et des crustacés, et qu'on nomme antennes ; les divers organes de mastication, les pattes, les nageoires, etc. (*fig.* 120, 121). Quelquefois les appendices de l'arceau supérieur existent partout et remplissent, comme ceux de l'arceau inférieur, les fonctions de pattes : divers annélides nous en offrent des exemples ; mais d'ordinaire ils n'existent tout au plus que sur deux des anneaux situés vers la partie moyenne du corps et ils constituent alors des ailes ou des organes analogues, comme nous le verrons bientôt en parlant des insectes. Les pattes sont, en général, au nombre de trois, quatre, cinq ou sept paires ; quelquefois on en compte plusieurs centaines, et d'autres fois elles manquent complétement : mais alors elles sont souvent représentées, pour ainsi dire, par des faisceaux de soies raides ; comme dans le ver de terre, par exemple.

§ 511. La tendance que montrent les anneaux du corps à se répéter les uns les autres est remarquable dans la disposition des muscles et même du système nerveux, aussi bien que dans la conformation du squelette tégumentaire. En général, dans cet embranchement, chaque anneau, dans son état complet, possède une paire de ganglions nerveux ; et tous ces ganglions, réunis entre eux par des cordons de communication, constituent une double chaîne qui occupe la ligne médiane du corps près de sa face ventrale (*fig.* 58). Chez la plupart des animaux articulés inférieurs, comme chez ceux plus élevés dans la série, mais dont le développement n'est pas terminé, ces ganglions sont tous à peu près égaux et forment avec leurs cordons de communication deux chaînes semblables à des cordons garnis de nœuds étendus d'un bout du corps à l'autre (*fig.* 317) ; mais,

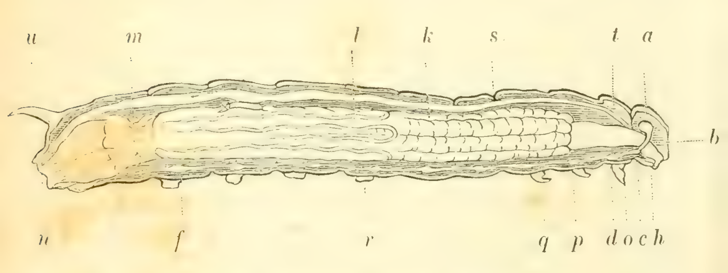


Fig. 317. *Anatomie de la chenille du Sphinx* (1).

à mesure que l'on s'élève à des êtres plus parfaits, on voit ces mêmes ganglions se rapprocher entre eux, soit latéralement de manière à se confondre sur la ligne médiane en une seule série, soit dans le sens longitudinal, de façon à déterminer la réunion de plusieurs paires

(1) *Fig.* 317 et 318. Sphinx du troëne : — *a* ganglions céphaliques ou cerveau situés au-devant de l'œsophage et donnant naissance aux nerfs des yeux, etc. ; — *b* cordons qui unissent ces ganglions à ceux de la seconde paire, en passant de chaque côté de l'œsophage, et formant ainsi un collier autour de ce canal ; — *c* première paire de ganglions post-œsophagiens situés derrière la bouche ; — *d* ganglions du premier anneau du thorax ; — *e* masse nerveuse formée par les ganglions du deuxième et du troisième anneaux thoraciques ; — *f* sixième paire de ganglions abdominaux ; — *h* la bouche ; — *i* la trompe ; — *j* œsophage ; — *k* estomac ; — *l* intestin et vaisseaux biliaires ; — *m* gros intestin ; — *n* anus ; — *o* pattes de la première paire ; — *p* pattes de la seconde paire ; — *q* pattes de la troisième paire ; — *r* première paire de pattes membraneuses de la chenille ; — *s* vaisseau dorsal ; — *t* premier anneau du thorax ; — *u* corne qui surmonte l'extrémité de l'abdomen de la chenille.

en une seule masse (*fig.* 318). Cette centralisation est quelquefois portée si loin (dans certains crabes, par exemple), qu'il n'existe pour tous les anneaux du corps que deux masses nerveuses, l'une située dans la tête, l'autre dans le thorax ; mais il est impossible

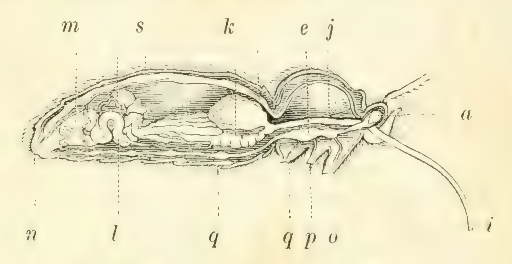


Fig. 318. *Anatomie du Papillon Sphinx* (1).

qu'elle aille au delà : car les cordons qui réunissent entre eux ces deux centres nerveux passent de chaque côté de l'œsophage, et les ganglions céphaliques sont placés au-devant ou au-dessus de ce tube ; tandis que les ganglions du reste du corps sont situés en arrière de l'œsophage, au-dessous du canal digestif. Cette portion du système nerveux forme en effet une espèce de collier autour de l'œsophage, disposition que nous retrouverons chez les mollusques ; mais la portion post-œsophagienne ou ventrale du système ganglionaire ne se compose chez ceux-ci que d'une ou de deux paires de ganglions situés sur la ligne médiane du corps : tandis que, chez les animaux articulés, on trouve d'ordinaire une longue suite de ganglions ventraux ; et, lorsqu'il n'existe dans cette partie du corps qu'une seule masse nerveuse, on reconnaît facilement qu'elle résulte du rapprochement de plusieurs paires de ganglions.

Les anatomistes désignent en général les ganglions céphaliques de tous ces animaux sous le nom de *cerveau*, et quelques-uns veulent voir dans la chaîne ventrale le représentant de la moelle épinière ; mais ces rapprochements ne paraissent pas fondés, et, s'il fallait chercher les analogues de ces divers centres médullaires chez les animaux vertébrés, ce serait plutôt aux petits ganglions situés sur le trajet des racines antérieures des nerfs spinaux qu'on pourrait les comparer.

(1) Les diverses parties sont indiquées par les mêmes lettres que dans la figure précédente.

§ 512. Les animaux annelés ayant en général un système nerveux plus développé que les mollusques, des membres pour la locomotion, et une espèce de squelette tégumentaire, doivent nécessairement leur être supérieurs dans tout ce qui caractérise essentiellement l'animalité, c'est-à-dire dans les fonctions de relations ; mais, sous le rapport des fonctions de la vie végétative, ils sont moins bien partagés, car leur appareil circulatoire est moins complet et manque quelquefois entièrement. En général, ils ont le sang blanc ; mais tous ne sont pas dans ce cas, et du reste cette différence ne paraît pas avoir chez eux une grande importance. Leur mode de respiration varie : leur tube digestif s'étend d'un bout du corps à l'autre ; la bouche est placée à la tête, et l'anus à l'extrémité opposée. Enfin il existe presque toujours des mâchoires ou du moins des instruments particuliers pour la préhension des aliments, et ces organes sont toujours disposés latéralement par paires ; au lieu d'être placés l'un au-devant de l'autre, comme chez les animaux vertébrés.

Cet embranchement se divise, comme nous l'avons déjà dit, en deux groupes principaux formés, l'un, par les *animaux articulés proprement dits,* qui se reconnaissent à leurs membres articulés ; l'autre par les *vers,* chez lesquels les membres n'existent plus ou ne sont représentés que par des tubercules garnis de soies et chez lesquels presque toutes les parties de l'organisation se dégradent en quelque sorte de façon à ne s'offrir souvent que dans un état d'imperfection fort grande.

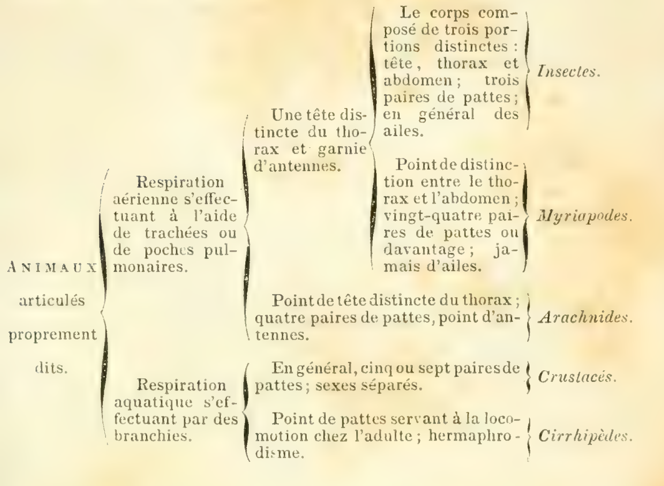
SOUS-EMBRANCHEMENT

DES ANIMAUX ARTICULÉS

PROPREMENT DITS.

§ 513. Les animaux articulés, proprement dits, ne doivent pas leur supériorité à leurs organes de locomotion seulement, ils ont aussi le système nerveux bien plus développé que celui des vers, et la localisation des fonctions est portée beaucoup plus loin dans leur organisation que chez ces derniers ; nous avons déjà signalé quelques-unes des différences qui distinguent entre eux ces êtres et qui servent de base à leur division en classes (§ 380), il est, par conséquent, inutile d'y revenir en ce moment, et il suffit de reproduire

sous la forme d'un tableau synoptique quelques caractères propres à ces divers groupes.



Animaux articulés proprement dits.	Respiration aérienne s'effectuant à l'aide de trachées ou de poches pulmonaires.	Une tête distincte du thorax et garnie d'antennes.	Le corps composé de trois portions distinctes : tête, thorax et abdomen ; trois paires de pattes ; en général des ailes.	*Insectes.*
			Point de distinction entre le thorax et l'abdomen ; vingt-quatre paires de pattes ou davantage ; jamais d'ailes.	*Myriapodes.*
		Point de tête distincte du thorax ; quatre paires de pattes, point d'antennes.		*Arachnides.*
	Respiration aquatique s'effectuant par des branchies.	En général, cinq ou sept paires de pattes ; sexes séparés.		*Crustacés.*
		Point de pattes servant à la locomotion chez l'adulte ; hermaphrodisme.		*Cirrhipèdes.*

CLASSE DES INSECTES.

§ 514. La classe des insectes se compose de tous les animaux articulés ayant le corps composé : d'une tête, d'un thorax et d'un abdomen distincts, et les pattes au nombre de trois paires ; à ces caractères extérieurs on peut ajouter que leur respiration se fait à l'aide de trachées aérifères, qu'ils sont dépourvus d'un système vasculaire proprement dit, et que presque toujours ils subissent des métamorphoses dans le jeune âge. Enfin, il est encore à noter que presque tous sont pourvus d'ailes et que ce sont les seuls animaux invertébrés qui soient conformés pour le vol.

§ 515. Le squelette tégumentaire des insectes, c'est-à-dire la peau endurcie de ces animaux, conserve quelquefois une certaine flexibilité, mais présente en général une consistance analogue à celle de la corne. Il ne faut pas croire cependant que son tissu soit réellement de nature cornée. La chimie nous apprend qu'il est composé de matières très-différentes, et qu'une substance particulière, nommée *chitine,* en forme la base. On y voit un grand nombre de pièces, qui sont tantôt soudées entre elles, d'autres fois réunies par

des portions molles de la peau, et jouissent ainsi d'une mobilité plus ou moins grande.

Le corps de l'insecte, comme nous l'avons déjà vu, se divise en un certain nombre d'anneaux placés bout à bout, et, dans cette série de segments, on distingue, avons-nous dit, trois portions, auxquelles on a donné les noms de *tête*, de *thorax* et d'*abdomen*.

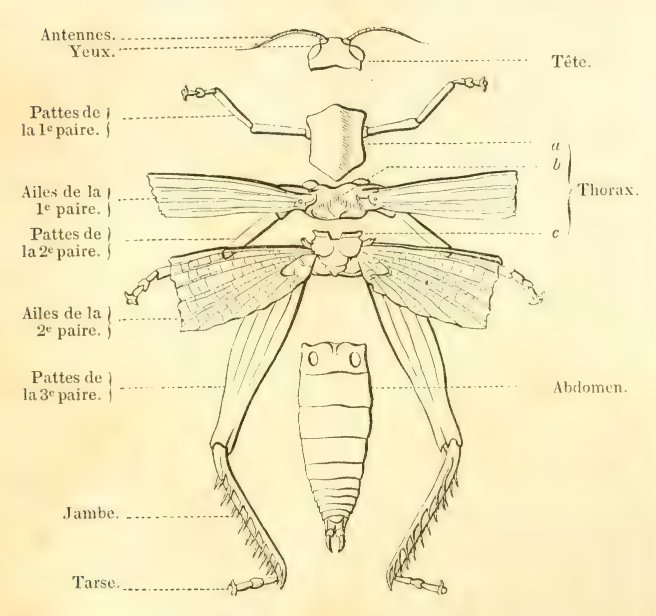


Fig. 319. *Anatomie du squelette tégumenteux d'une Sauterelle.*

Les membres ou appendices qui naissent de ces divers animaux ont une structure analogue à celle du tronc de l'animal : ils se composent, en effet, de tubes solides ou de lames creuses, placés bout à bout et renfermant dans leur intérieur les muscles et les nerfs destinés à les faire mouvoir.

La tête n'est formée que d'un seul tronçon et porte les yeux, es antennes et les appendices de la bouche. Les antennes constituent la première paire de membres ou appendices des insectes, et se composent d'un nombre considérable de petits articles placés

bout à bout. Elles naissent de la partie antérieure ou supérieure de la tête, et affectent en général la forme de cornes grêles et flexibles (*a fig.* 320) ; mais leur conformation varie beaucoup, chez les mâles surtout : ainsi, tantôt elles ressemblent à des plumes (*fig.* 322), tantôt à des scies, d'autres fois à de petites massues (*fig.* 321), et

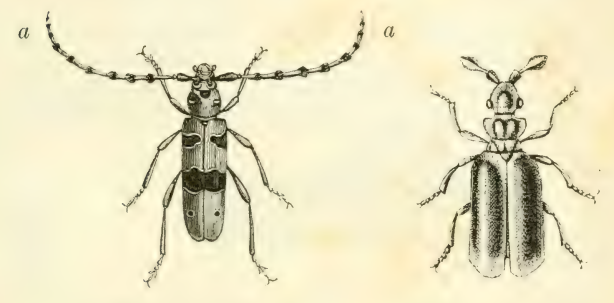


Fig. 320. *Capricorne des Alpes.* *Fig.* 321. *Paussus cornu.*

d'autres fois encore elles se terminent par une partie élargie, composée de lamelles superposées comme les feuillets d'un livre (*fig.* 338) ; leur longueur est quelquefois très-considérable. Quant à leur usage, on ne sait rien de positif ; mais il est à présumer que ce sont des organes de tact et peut-être aussi d'audition.



Fig. 322. *Bombyx petit paon de nuit.*

D'autres appendices au nombre de trois paires naissent de la partie inférieure de la tête et constituent les organes de mastication ou de succion ; nous y reviendrons en parlant de la digestion (§ 523).

§ 516. Le *thorax* des insectes occupe la partie moyenne de leur corps et porte les pattes et les ailes. Il se compose toujours de trois

anneaux, nommés *prothorax, mésothorax* et *métathorax* (*a, b, c, fig.* 319), et c'est à l'arceau ventral de chacun de ces téguments que se fixe l'une des paires de pattes. Les ailes naissent, au contraire, de l'arceau dorsal des anneaux thoraciques, mais le prothorax (*a*) n'en porte jamais, et jamais aussi il n'existe plus d'une paire de ces appendices sur chacun des deux anneaux suivants, de sorte que leur nombre ne peut dépasser deux paires.

§ 517. On distingue dans les pattes des insectes une hanche composée de deux articles, une cuisse, une jambe et une espèce de doigt.

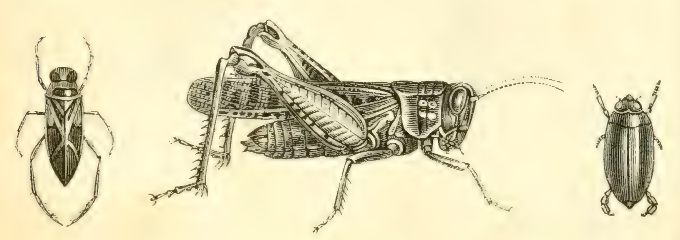


Fig. 323. *Notonecte.* *Fig.* 324. *Criquet.* *Fig.* 325. *Gyrin*

nommé tarse, qui est divisé en plusieurs articles, dont le nombre varie de deux à cinq, et terminé par des ongles. Leur conformation varie, mais, comme on le pense bien, est toujours en rapport avec les mœurs de ces animaux. Ainsi les insectes dont les pattes postérieures présentent une grande longueur (*fig.* 324) sautent, en général, plutôt qu'ils ne marchent; chez les insectes nageurs, tels que les Dytisques, les Notonectes (*fig.* 323) et les Gyrins, appelés vulgairement *tourniquets* (*fig.* 325), les tarses sont ordinairement aplatis, ciliés et disposés comme des rames, et chez ceux qui peuvent marcher suspendus à des surfaces lisses on trouve, sous le dernier article de ces organes, une espèce de pelote ou de ventouse propre à les faire adhérer aux corps qu'ils touchent. Quel-

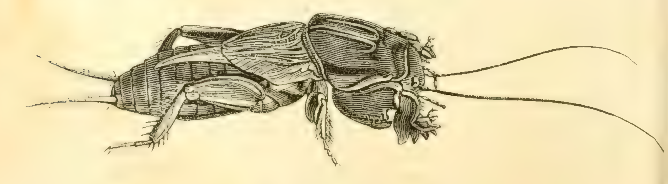


Fig 326. *Courtilière.*

quefois, aussi, les pattes antérieures sont élargies, comme celles des taupes, afin de servir à creuser la terre ; la courtilière (*fig.* 326), qui occasionne souvent dans nos campagnes des dégâts considérables en coupant les racines qui se trouvent sur son passage, nous offre un exemple remarquable de ce mode de structure. Il existe

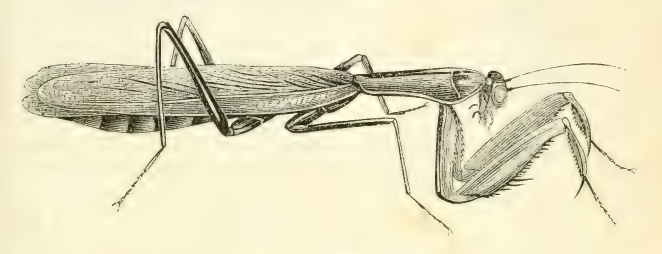


Fig. 327. *Mante religieuse.*

aussi des espèces chez lesquelles ces mêmes pattes constituent des organes de préhension, la jambe étant disposée en manière de griffe et pouvant se reployer contre l'article précédent, dont le bord est armé d'épines ; un grand insecte du midi de la France, la Mante religieuse (*fig.* 327), est conformée de la sorte. Enfin on connaît aussi des insectes chez lesquels les pattes antérieures, réduites à un état rudimentaire et reployées contre la poitrine, ne servent plus aux mouvements et échappent facilement à la vue, de façon qu'au premier abord on croirait ces animaux pourvus de quatre pattes seulement : plusieurs papillons diurnes sont dans ce cas (*fig.* 328).



Fig. 328. *Morphe.*

§ 518. Les ailes des insectes sont des appendices lamelleux, composés d'une double membrane, soutenus à l'intérieur par des nervures plus solides. Lorsqu'elles sont encore à peine développées, elles sont molles et flexibles ; mais bientôt elles se dessèchent et demeurent roides et élastiques. En général, il en existe deux paires ; on n'en voit jamais un plus grand nombre ; mais quelquefois l'une ou l'autre de ces paires manquent ; et c'est toujours sur les deux derniers anneaux du thorax qu'elles naissent.

Leur forme varie ; lorsqu'elles servent réellement au vol, elles sont minces et transparentes ou recouvertes par une sorte de poussière colorée formée par des écailles d'une petitesse microscopique : comme cela se voit chez les papillons ; mais souvent celles de la première deviennent épaisses, dures et opaques, et constituent des espèces de boucliers ou d'étuis, nommés *élytres* (*a*, (*fig.* 329), qui dans le repos recouvrent les ailes membraneuses (*b*) et servent à les protéger : d'autres fois ces mêmes ailes, encore membraneuses vers leur extrémité, deviennent dures et opaques vers leur base, et sont alors désignées sous le nom de demi-étuis ou hémélytres. On connaît aussi des insectes chez lesquels les ailes, au lieu d'avoir une structure lamelleuse, sont fendues en une multitude de membranes barbues sur les bords, semblables à des plumes disposées en éventail ; cela se voit dans un genre voisin des papillons, et désigné sous les noms de ptérophore et d'ornéode (*fig.* 330). Enfin, lorsque les ailes postérieures manquent, elles sont d'ordinaire remplacées par deux petits filets mobiles terminés en massue que l'on nomme *balanciers* (*fig.* 331).

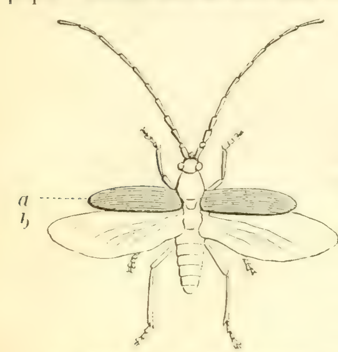


Fig. 329. *Capricorne charpentier.*


Fig. 330. *Ornéode.*

§ 519. L'abdomen des insectes est composé d'un nombre considérable d'anneaux mobiles les uns sur les autres, souvent on en compte jusqu'à neuf ; mais d'autres fois on n'en distingue pas autant, ce qui paraît dépendre de la soudure de deux ou plusieurs de ces segments entre eux. Chez l'insecte parfait, ces anneaux ne portent jamais ni pattes ni ailes ; mais ceux qui occupent l'extrémité postérieure du corps donnent souvent naissance à des appendices dont les formes et les usages varient beaucoup. Tantôt ce sont de simples soies ou des stylets dont les fonctions ne sont pas bien connues ;





Fig. 331. *Conops.*

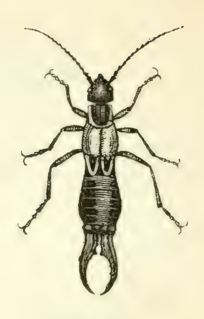


Fig. 332. *Forficule.*

chez les éphémères, par exemple (*fig.* 358). Tantôt ces organes affectent la forme de crochets et constituent une pince plus ou moins puissante, comme chez les forficules ou perce-oreilles (*fig.* 332). D'autres fois ils sont disposés de façon à agir comme un ressort et à servir à l'animal pour se lancer en avant; les podurelles (*fig.* 333), petits insectes qui, dans nos climats, se cachent sous les pierres ou se tiennent à la surface des eaux dormantes, et qui habitent quelquefois aussi dans la neige des régions les plus froides du globe, offrent ce mode d'organisation. Enfin, d'autres fois encore, ces appendices abdominaux ont une structure plus compliquée et constituent une arme offensive ou un appareil destiné à effectuer le dépôt des œufs pondus par l'animal dans un lieu propre au développement de ses jeunes; comme exemples de ces organes, nous pouvons citer l'aiguillon rétractile des guêpes et des abeilles et la tarière des tentrèdes. Le premier se compose d'un *dard* formé de deux stylets aigus logés dans une tige cornée ou étui, et présentant chacun en dedans un sillon par lequel s'écoule le venin sécrété dans une petite glande située tout auprès : dans l'état de repos toutes ces pièces sont retirées dans l'intérieur du corps de l'animal; mais, quand l'insecte veut s'en servir, il fait sortir l'étui, et l'enfonce, ainsi que son dard, dans la peau de son ennemi. Quelquefois il lui est même impossible de le



Fig. 333. *Podurelle.*

retirer ; l'aiguillon tout entier se sépare alors de son corps, et reste implanté dans la plaie. La déchirure qui en résulte détermine promptement la mort de l'insecte. Le mâle est toujours privé de cette arme : aussi peut-on le saisir sans danger ; mais les femelles et souvent les individus stériles, appelés *ouvriers*, en sont pourvus, et sa piqûre détermine une inflammation très-douloureuse.

La tarière des cigales, des fœnes (*fig.* 334), des ichneumons et de beaucoup d'autres insectes offre une disposition assez analogue, et on y remarque, en général, une espèce de petite scie à l'aide de laquelle l'insecte entaille les tissus végétaux ou animaux dans lesquels il doit déposer ses œufs ; c'est en piquant de la sorte une espèce de chêne du Levant que le petit insecte, connu sous le nom de cynips, détermine la formation des noix de galle, dont on fait un si grand usage pour la fabrication de l'encre et la préparation des teintures noires : la petite entaille, pratiquée par la tarière, détermine un épanchement des sucs du végétal, et il en résulte bientôt une excroissance au centre de laquelle se trouvent les œufs des cynips.



Fig. 334. *Fœne-lancier.*

§ 520. Les insectes sont pourvus de sens très développés ; ils jouissent évidemment de l'ouïe et de l'odorat, aussi bien que du tact, du goût et de la vue ; mais jusqu'ici on n'a pas découvert le siége de l'olfaction et, chez la plupart de ces animaux, on n'aperçoit aucun organe spécial d'audition. Les antennes et les appendices de la bouche semblent être les principaux instruments du toucher, et les premiers servent peut-être aussi à la perception des sons. Nous ne savons aussi que peu de chose sur l'appareil du goût ; mais les organes de la vue ont été mieux étudiés.

La structure des yeux est très-différente de ce que nous avons vu chez les animaux supérieurs. En général, l'organe qui, au premier abord, paraît être un œil unique, est dans la réalité formé par l'agglomération d'une multitude de petits yeux, ayant chacun une cornée, un corps vitré de forme conique, un enduit de matière colorante et un filament nerveux particuliers. Chez le hanneton, par exemple, on en compte près de neuf mille, et on connaît des insectes qui en ont plus de vingt-cinq mille. Toutes ces petites

cornées sont hexagonales, et sont soudées entre elles de façon à constituer une espèce de cornée commune, dont la surface présente une multitude de divisions semblables aux mailles d'un filet, visibles seulement à l'aide d'une loupe; et c'est à raison de cette disposition que l'on donne souvent à ces *yeux composés* le nom d'*yeux à réseau* ou d'*yeux à facettes*. Du reste, chacun des petits appareils constituants de ces organes multiples est parfaitement distinct de ceux qui l'entourent et forme avec eux un faisceau de tubes terminés chacun par un filet nerveux provenant du renflement terminal d'un même nerf optique. Presque tous les insectes sont pourvus de deux de ces yeux composés, situés d'ordinaire sur les côtés de la tête; mais quelquefois ils sont remplacés par des *yeux simples*, et d'autres fois ces deux sortes d'organes existent en même temps. Quant à la structure des yeux simples, que l'on désigne aussi sous les noms de *stemmates* ou d'*ocelles*, elle a la plus grande analogie avec celle de chacun des éléments des yeux composés. En général, les yeux simples sont réunis en groupe, au nombre de trois, vers le sommet de la tête. On ne sait rien de précis sur la manière dont ces appareils agissent sur la lumière qui les frappe ni sur le mécanisme de la vision chez les insectes.

§ 521. Plusieurs insectes possèdent, de même que les animaux supérieurs, la faculté de produire des sons; mais, en général, leur *chant* ne se lie pas aux mouvements de l'air dans l'appareil respiratoire, comme chez les premiers, et dépend du frottement de certaines parties du corps les unes sur les autres, ou des mouvements imprimés à ces instruments spéciaux par la contraction des muscles. Ainsi le bruit monotone et assourdissant de la cigale résulte de la tension et du relâchement alternatifs d'une membrane élastique disposée comme la peau d'un tambour de basque sur la base de l'abdomen; chez les criquets ce sont certaines parties des ailes qui, en frottant l'une contre l'autre, vibrent avec intensité et qui offrent à cet effet une structure très-curieuse; mais le bourdonnement des mouches paraît dépendre de la sortie rapide de l'air par les stigmates thoraciques pendant les mouvements violents du vol. Enfin, il est d'autres insectes encore qui produisent une espèce de cri dont le mode de production n'est pas encore bien connu, tel est le papillon de nuit connu sous le nom de Sphinx tête de mort.

§ 522. Le système nerveux des insectes présente la disposition générale et la plupart des modifications que nous avons déjà signalées en traitant de l'embranchement auquel ces animaux appartiennent

(voyez § 511). Il se compose principalement d'une double série de ganglions qui sont réunis entre eux par des cordons longitudinaux (*fig*. 335) : le nombre de ces ganglions correspond à celui des anneaux ; et tantôt ils sont à peu près également espacés et s'étendent d'un bout du corps à l'autre, tandis que d'autres fois plusieurs d'entre eux sont rapprochés de manière à constituer une masse unique. Les ganglions céphaliques présentent un développement assez grand et donnent naissance aux nerfs des antennes, des yeux, etc. La première paire de ganglions post-œsophagiens fournit les nerfs de la bouche ; et les cordons qui unissent ces noyaux médullaires aux ganglions céphaliques et qui embrassent l'œsophage donnent de chaque côté un nerf qui remonte sur l'estomac, et qui, en s'unissant avec celui du côté opposé, constitue un nerf médian situé au-dessus du canal digestif, et présentant sur son trajet deux ganglions. Les trois paires de ganglions situées à la suite de ceux placés immédiatement derrière l'œsophage appartiennent aux trois anneaux du thorax, et sont le point de départ des nerfs des pattes et des ailes ; en général, elles sont très-rapprochées entre elles et beaucoup plus grosses que les paires suivantes qui appartiennent à l'abdomen.

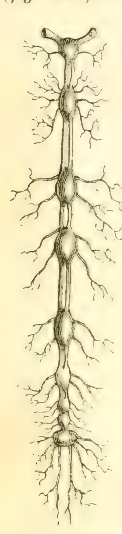


Fig. 335.

§ 523. La manière dont les insectes se nourrissent varie beaucoup : les uns ne vivent que du suc des plantes ou des animaux, les autres se repaissent d'aliments solides et sont ou carnivores ou phytophages ; et à ces différences correspondent des modifications remarquables dans la conformation de la bouche.

Chez les insectes broyeurs, tels que les scarabées, les hannetons, les blattes (*fig*. 336) ou les sauterelles, cette ouverture est garnie en avant d'une pièce médiane, nommée *lèvre supérieure* ou *labre* (*a*, *fig*. 337), et présente de chaque côté une espèce de grosse dent, mobile et très-dure, appelée *mandibule* (*b*, *fig*. 337), qui sert à diviser les aliments. Immédiatement en arrière des mandibules se trouve une seconde paire d'appendices, dont la structure est plus compliquée : ce sont les *mâchoires* (*c*, *fig*. 337). Chacun de ces derniers organes offre au dedans une lame ou un cylindre plus ou moins dur et ordinairement armé de dentelures ou de poils, et porte du côté externe une ou deux petites tiges composées de plusieurs articles et appelées *palpes maxillaires*. Enfin, derrière les mâchoires

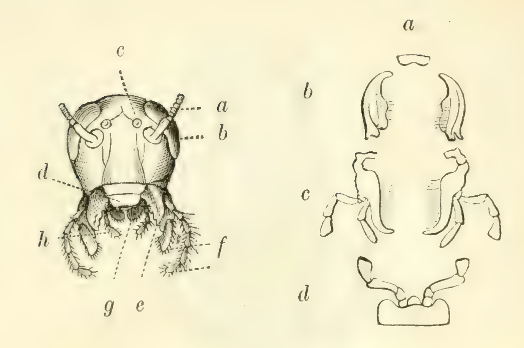


Fig. 336. Tête de Blatte vue par-devant (1).

Fig. 337. Appendices buccaux d'un Carabe.

se trouve une seconde paire d'appendices, dont la base est supporté par une pièce cornée médiane, nommée *menton* (*d*). Ces appendices constituent la *languette*. Ils sont appliqués contre les mâchoires, comme ces organes sont eux-mêmes appliqués contre les mandibules ; et on leur distingue aussi une paire de filaments articulés et mobiles, appelés *palpes labiaux :* parce qu'on donne ordinairement le nom de *lèvre inférieure* au menton réuni à la languette. Quant à la forme de ces diverses parties, elle varie suivant la nature et la consistance des aliments. Les palpes servent principalement à saisir les aliments et à les maintenir entre les mandibules pendant que celles-ci les divisent.

Quelquefois les mâchoires prennent un développement énorme et constituent au-devant de la tête une sorte de pince ; disposition qui est très-remarquable chez les cerfs-volants (*fig.* 338) et les autres espèces du genre lucane, par exemple :

(1) *a* antennes ; — *b* yeux composés ; — *c* ocelles ; — *d* labre ; — *e* mandibules ; — *f* mâchoires ; — *g* languette ; — *h* palpes labiaux.

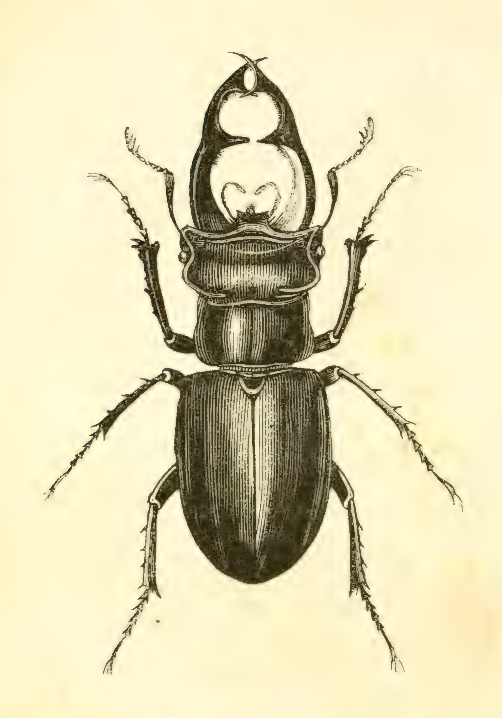


Fig. 338. *Lucane métallique.*

§ 524. Chez les insectes suceurs, les mâchoires ou le labre s'allongent de manière à constituer une espèce de trompe tubulaire, dans l'intérieur de laquelle on trouve souvent des filaments déliés, remplissant les fonctions de petites lancettes, et formés par les mandibules et les mâchoires modifiées au point d'être souvent à peine remarquables.

Chez les abeilles, les anthophores (*fig.* 339), les bourdons, et les autres insectes désignés par les zoologistes sous le nom commun d'hyménoptères, l'appareil buccal offre une disposition qui est en quelque sorte intermédiaire à ces deux états extrêmes.

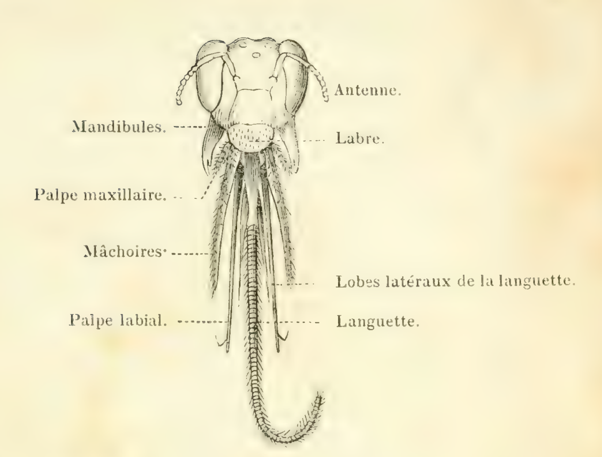


Fig. 339. *Tête d'un Anthophore.*

La lèvre supérieure (*a*, *fig.* 340) et les mandibules (*b*) ressemblent beaucoup à celles des insectes broyeurs, et la lèvre et les mandibules ne présentent même rien de très-particulier ; mais les mâchoires (*c*) et la languette (*d*) se sont excessivement allongées, et les premières prennent une forme tubulaire et engaînent longitudinalement les côtés de la languette : de façon que ces organes, réunis en faisceaux, constituent une trompe, qui sert de conduit aux aliments, toujours mous ou liquides, dont ces insectes se nourrissent. Cette trompe est mobile à sa base et flexible dans le reste de son étendue, mais ne s'enroule jamais comme nous le verrons chez les papillons. Quant aux mandibules, elles servent principalement à découper les matières dont les hyménoptères font leur nid ou bien à saisir et à mettre à mort la proie dont

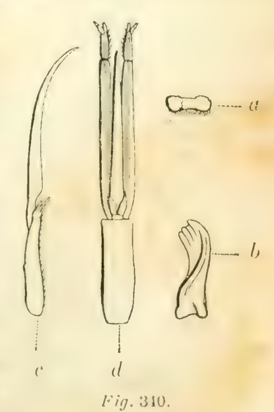


Fig. 340.

ces insectes sucent les humeurs. On remarque aussi qu'il existe

dans l'intérieur de la cavité buccale d'autres pièces solides qui manquent chez les insectes broyeurs, et qui constituent des valvules destinées à fermer le pharynx toutes les fois que le mouvement de la déglutition ne s'effectue pas.

§ 525. Chez les punaises des bois, les cigales, les pucerons et les autres insectes de l'ordre des *hémiptères,* l'appareil de succion se compose des mêmes éléments; mais ceux-ci affectent une disposition un peu différente. La bouche est armée d'un bec tubulaire et cylindrique, dirigée en bas et en arrière (*fig.* 341), et composée d'une gaîne renfermant quatre stylets; la gaîne (*a, fig.* 342) est à son tour formée de quatre articles placés bout à bout, et représente la lèvre inférieure; à sa base on aperçoit une pièce conique et allongée qui est l'analogue du labre; enfin, les stylets (*b*, *c*), qui ont la forme de filets grêles, roides et dentelés à leur sommet, pour pouvoir percer la peau des animaux ou les vaisseaux des plantes, sont les représentants des mandibules et des mâchoires excessivement allongées. Dans les hémiptères qui vivent aux dépens des animaux, le bec est en général très-robuste et replié en demi-cercle sous la tête. Chez ceux qui se nourrissent du suc des végétaux il est au contraire presque toujours grêle et appliqué dans le repos contre la face inférieure

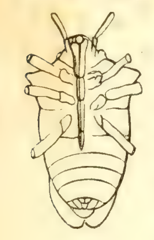


Fig. 341.
Punaise des bois.

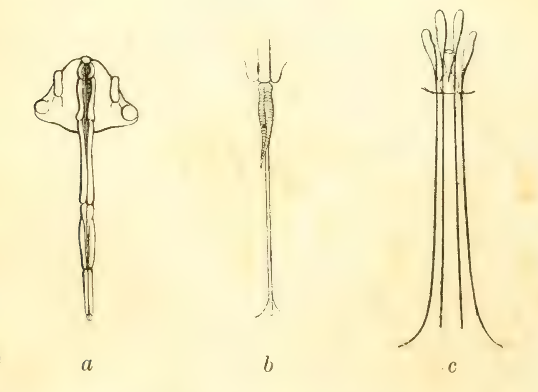


Fig. 342. *Appareil buccal d'un Hémiptère.*

du thorax, entre les pattes. Sa longueur est quelquefois si considérable qu'il dépasse en arrière l'extrémité postérieure de l'abdomen.

Chez les mouches, la trompe, tantôt molle et rétractile, tantôt cornée et allongée, représente aussi la lèvre inférieure, et porte souvent à sa base des palpes; un sillon longitudinal en occupe la face supérieure et loge des stylets dont le nombre varie de deux à six, et dont les analogues chez les insectes broyeurs sont les mandibules, les mâchoires et la languette. Quelquefois cette trompe acquiert une longueur énorme (*fig.* 343), quelquefois au contraire elle est à peine visible.



Fig. 343. *Némestrine longirostre.*

§ 526. Enfin, chez les papillons (*fig.* 345), qui se nourrissent aussi de substances liquides, mais qui les trouvent au fond des fleurs et n'ont pas besoin d'instruments vulnérants pour se les procurer, il n'existe plus de stylets faisant fonctions de lancettes, comme chez les précédents, et la bouche est garnie d'une longue trompe (*b*, *fig.* 344) roulée en spirale et composée de deux filets creusés en gouttière à leur partie interne, qui ne sont autre chose que les mâchoires excessivement allongées et modifiées dans leur forme. A la base de cette trompe on distingue en avant une petite pièce membraneuse, qui est le représentant du labre, et, de chaque côté, un petit tubercule, dernier vestige des mandibules. On y aperçoit aussi des rudiments de palpes maxillaires, et en arrière se trouve une petite lèvre triangulaire portant deux palpes labiaux très-grands, composés de trois articles et presque toujours velus et garnis d'écailles (*d*).

§ 527. Le canal alimentaire présente en général une structure assez compliquée. Quelquefois il est droit et présente à peu près le même diamètre dans toute sa longueur ; mais d'ordinaire il est plus ou moins flexueux, et offre plusieurs renflements et rétrécissements

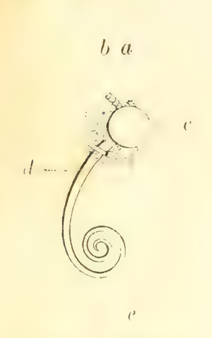


Fig. 344. *Trompe d'un papillon* (1).



Fig. 345. *Morphe hélénor.*

successifs. On y distingue alors (*fig.* 346) un pharynx, un œsophage, un premier estomac ou jabot, un second estomac ou gésier, dont les parois sont musculaires et souvent armées de pièces cornées propres à triturer les aliments ; un troisième estomac, nommé *ventricule chylifique,* dont la texture est molle et délicate ; un intestin grêle, un cœcum et un rectum. De même que chez les animaux supérieurs, on remarque un rapport entre la nature des aliments et le développement qu'acquiert ce canal ; chez les insectes carnassiers il est, en général, très-court, tandis que chez les insectes qui se nourrissent de substances végétales il est ordinairement fort long. Les aliments qui y arrivent sont d'abord imbibés de salive ; l'appareil qui sécrète ce liquide consiste en un certain nombre de tubes flottants, terminés quelquefois par des espèces d'utricules et communiquant avec le pharynx par des canaux excréteurs. Une multitude de villosités dont le ventricule chylifique est ordinairement garni paraissent servir à la sécrétion d'un suc gastrique, et c'est également dans cette cavité qu'est versée la bile. Il n'existe pas de foie proprement dit chez les insectes ; mais cet organe est remplacé par des tubes longs et déliés, qui flottent

(1) *t* tête ; — *b* base des antennes ; — *c* œil ; — *d* trompe ; — *e* palpes.

dans l'intérieur de l'abdomen et débouchent supérieurement dans le ventricule chylifique (*c*, *fig.* 346). Ces vaisseaux biliaires tiennent aussi lieu de glandes urinaires, car il s'y forme de l'acide urique. Par un de leurs bouts ils débouchent toujours dans le ventricule chylifique, et l'autre extrémité est tantôt libre, tantôt fixée à l'intestin soit auprès de la première ouverture, soit dans le voisinage du rectum. Enfin, on trouve encore, vers l'extrémité postérieure du canal intestinal, d'autres organes sécréteurs (*e*) qui servent à élaborer les liquides particuliers (tels que le venin de l'abeille) que plusieurs insectes font sortir de l'extrémité de leur abdomen lorsqu'on les inquiète.

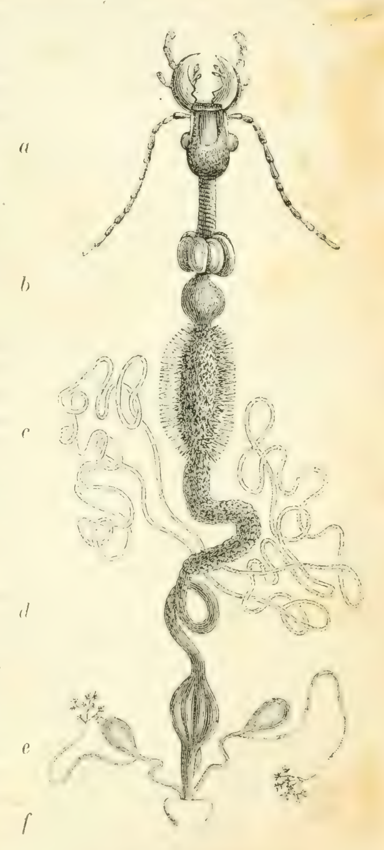


Fig. 346. *Appareil digestif* (1).

§ 528. Il paraîtrait que c'est par une simple imbibition que le chyle traverse les parois du tube digestif et se mêle au sang. Ce dernier liquide est aqueux et incolore; il n'est pas renfermé dans des vaisseaux, et se trouve répandu dans les interstices que les organes laissent entre eux ou présentent dans la substance de leur tissu. Les insectes manquent aussi d'une circulation régulière. On distingue bien, dans certaines parties du corps, des courants même assez rapides; mais le liquide nourricier ne parcourt pas un

(1) *a* tête portant les antennes, les mandibules, etc.; — *b* jabot et gésier, suivis du ventricule chylifique; — *c* vaisseaux biliaires; — *d* intestins; — *e* organes sécréteurs; — *f* anus.

cercle de manière à revenir constamment vers son point de départ. Il n'existe effectivement chez ces animaux que des vestiges d'un appareil circulatoire (voyez § 113). On voit près de la surface dorsale du corps un tube longitudinal (*fig.* 317 et 318) qui exécute des mouvements alternatifs de contraction et de dilatation analogues à ceux du cœur chez les animaux supérieurs ; mais ce vaisseau dorsal ne paraît fournir aucune branche. Le liquide nourricier y pénètre par des ouvertures latérales, garnies de valvules pour empêcher le reflux, et on ignore comment il s'en échappe. Du reste, le mouvement du sang ne dépend pas uniquement de cet organe ; car on a découvert récemment dans plusieurs insectes des valvules mobiles dont les battements déterminent dans ce liquide des courants rapides, et, chose singulière, c'est dans les pattes que cet appareil est logé.

§ 529. Le sang, devenu veineux par son action sur les divers tissus de l'économie, ne peut donc venir, dans un point déterminé du corps, se mettre en contact avec l'oxygène et reprendre ainsi ses qualités vivifiantes. Si la respiration s'était faite de la manière ordinaire à l'aide de poumons ou de la surface extérieure du corps, elle aurait été par conséquent extrêmement incomplète ; mais le désavantage qui paraîtrait devoir résulter de cette grande imperfection dans la fonction si importante de la circulation n'existe réellement pas. La nature a suppléé au transport du sang en conduisant l'air lui-même dans toutes les parties du corps, à l'aide d'une multitude de canaux qui communiquent avec l'extérieur et se ramifient à l'infini dans la substance de ces organes (*fig.* 47). Ces tubes aérifères, désignés, comme nous l'avons déjà dit (§ 133), sous le nom de *trachées*, présentent une structure compliquée : on y distingue d'ordinaire trois tuniques, dont la moyenne est composée d'un filament cartilagineux, enroulé en spirale comme un élastique de bretelles. Tantôt ils sont simples ; mais d'autres fois ils présentent un certain nombre de grands renflements en forme de vésicules molles, qui remplissent les fonctions de réservoir à air (*h*, *fig.* 46). Les ouvertures par lesquelles l'air pénètre dans les trachées sont nommées *stigmates* : elles ressemblent en général à une petite boutonnière, mais présentent quelquefois deux valves qui s'ouvrent et se ferment comme les battants d'une porte. On en voit d'ordinaire une paire sur les parties latérales et supérieures de chaque anneau ; mais elles manquent souvent aux deux derniers segments du thorax.

Quant au mécanisme par lequel l'air se renouvelle dans l'intérieur de cet appareil respiratoire, il ne paraît consister en général que dans les mouvements de contraction et de dilatation de l'abdo-

men. Ainsi que nous l'avons déjà dit ailleurs, la respiration est très-active chez ces animaux. Ils consomment une quantité considérable d'air comparativement à leur volume, et s'asphyxient promptement lorsqu'on les prive d'oxygène ; mais, quand ils sont dans cet état de mort apparente, ils peuvent y rester très-longtemps sans perdre la faculté de revenir à la vie.

§ 530. La plupart des insectes ne produisent que très-peu de chaleur ; mais quelques-uns de ces animaux en dégagent dans certaines circonstances une quantité assez considérable pour élever notablement leur température. Les abeilles sont dans ce cas, surtout lorsqu'elles s'agitent beaucoup dans leur ruche, et il est à noter que la respiration devient alors très-active.

§ 531. Un autre phénomène plus remarquable, et dont on ne connaît pas encore la cause, est la production de lumière qui s'observe chez quelques insectes. Le lampyre ou *ver luisant* nous en offre un exemple bien connu de toutes les personnes qui fréquentent nos campagnes : le mâle (*fig.* 347) est ailé et n'est pas lumineux ; mais la femelle (*fig.* 348), qui est privée d'ailes, et qui se trouve très-souvent



Fig. 347. *Lampyre mâle.*



Fig. 348. *Lampyre femelle.*

sur les buissons pendant les nuits chaudes de l'été, répand une lueur phosphorescente très-vive. Chez une autre espèce de lampyre qui habite l'Italie, les individus des deux sexes sont en même temps ailés et lumineux ; mais cette propriété singulière est surtout remarquable chez certains taupins qui habitent les régions chaudes de l'Amérique, et qui produisent, en voltigeant dans l'obscurité, une illumination naturelle du plus bel effet : les femmes les placent souvent dans leurs cheveux comme ornement, et on assure que les Indiens s'en servent pour s'éclairer quand ils voyagent de nuit. Chez nos lampyres, la lumière provient de quelques taches situées sur le dessus des deux ou trois derniers anneaux de l'abdomen, tandis que chez les taupins elle part de taches analogues placées sur le prothorax ou corselet. Il paraît que l'insecte peut à volonté

faire varier l'intensité de cette lueur phosphorique, et qu'elle persiste pendant un certain temps lorsqu'on place l'animal dans un gaz impropre à la respiration, ou même dans le vide, mais qu'elle s'éteint dans l'eau froide.

§ 532. Les sexes sont distincts chez ces animaux, et souvent il existe des différences très-grandes entre le mâle et la femelle : le lampyre commun nous en a déjà offert un exemple (*fig.* 347, 348). Presque tous les insectes pondent des œufs; quelques-uns cependant sont vivipares. Souvent il existe à l'extrémité de l'abdomen de la femelle un dard, une tarière ou quelque autre organe destiné à pratiquer des trous propres à recevoir les œufs ; et, par un instinct admirable, la mère dépose toujours ceux-ci dans un endroit où les jeunes trouveront à proximité les aliments dont ils auront besoin, bien que, dans la plupart des cas, ces aliments ne soient pas de la nature de ceux qu'elle recherche elle-même.

Dans le jeune âge, les insectes changent plusieurs fois de peau et présentent presque toujours un phénomène des plus singuliers, dont, au reste, nous avons déjà vu un exemple chez les batraciens. La plupart d'entre eux, en sortant de l'œuf, ne ressemblent ni à leurs parents, ni à ce qu'ils deviendront plus tard, et subissent, avant que d'arriver à l'état parfait, des changements si considérables qu'on ne peut mieux les désigner que sous le nom de *métamorphoses*.

En général, les insectes passent par trois états bien distincts, qu'on désigne sous les noms d'*état de larve* (*fig.* 345), d'*état de nymphe* (*fig.* 350) et d'*état parfait* (*fig.* 351) ; mais les changements qu'ils subissent ne sont pas toujours également grands : tantôt ces changements rendent l'animal tout à fait méconnaissable ; d'autres fois ils ne consistent guère que dans le développement des ailes, et on désigne ces degrés divers de transformation sous les noms de *métamorphoses complètes* et de *demi-métamorphoses*.

§ 533. Les insectes à métamorphoses complètes sont toujours plus ou moins vermiformes lorsqu'ils sortent de l'œuf et qu'ils sont à l'état de *larve* (*fig.* 349); leur corps est allongé, presque entiè-



Fig. 349. *Chenille du Papillon Machaon.*

rement mou, et divisé en anneaux mobiles dont le nombre normal est de 13 : tantôt ils sont complétement privés de pattes ; d'autres fois ils sont pourvus d'un nombre variable de ces organes, mais dont la conformation ne rappelle en rien celle des mêmes parties chez l'animal adulte. Presque toujours ils n'ont que des yeux simples, et en sont quelquefois complétement privés ; enfin leur bouche est presque toujours armée de mandibules et de mâchoires quelle que soit la conformation qu'elle doit prendre par la suite, et on voit souvent les premiers de ces organes servir à la locomotion aussi bien qu'à la préhension des aliments. Ces larves varient du reste dans leur forme et sont connues tantôt sous le nom de *chenilles*, tantôt sous celui de *vers*.

Après être restés dans cet état pendant un temps plus ou moins long et avoir éprouvé plusieurs *mues*, leurs ailes se forment sous la peau et ils se changent en *nymphes*. Pendant toute la durée de cette seconde période de leur existence, ces singuliers animaux cessent de prendre de la nourriture et restent immobiles. Tantôt la peau dont ils viennent de se dépouiller se dessèche et constitue une espèce de coque oviforme dans l'intérieur de laquelle ils demeurent renfermés ; tantôt ils ne sont recouverts que par une pellicule mince, qui, appliquée sur les organes extérieurs, en suit tous les contours et ressemble à des langes dans lesquels l'insecte serait emmaillotté. Cette dernière disposition, qui se voit chez les nymphes des papillons ou *chrysalides* (*fig.* 350), leur a fait donner aussi les noms de *pupe* et de *maillot*.



Fig. 350. *Chrysalide du Machaon.*

Avant d'éprouver cette métamorphose, la larve se prépare souvent un abri et se renferme dans une coque qu'elle fabrique avec de la soie sécrétée par les glandes salivaires et préparée à l'aide de filières creusées dans les lèvres. D'autres fois elle se suspend au moyen de filaments (*fig.* 350) ou se cache dans quelque trou. C'est pendant que l'insecte est dans cet état de repos apparent qu'il se fait dans l'intérieur de son corps un travail actif, dont le résultat est le développement complet de toute son organisation. Ses parties intérieures se ramollissent et prennent peu à peu la forme qu'elles doivent conserver ; les divers organes dont l'animal adulte doit être pourvu se développent sous l'enveloppe qui les cache, et, quand cette évolution est achevée, il se débarrasse de cette espèce de masque, déploie ses ailes, qui

ne tardent pas à acquérir de la consistance, et devient un *insecte parfait*.



Fig. 351. *Papillon Machaon.*

§ 534. Comme exemple de ces métamorphoses complètes, nous ne pouvons mieux choisir qu'en prenant le *bombyx du mûrier;* car cet insecte à l'état de larve est pour nous d'un immense intérêt, c'est le *ver à soie* dont l'éducation contribue si puissamment à la prospérité agricole de nos provinces méridionales et dont les produits alimentent tant de riches industries.



Fig. 352. *Ver à soie.*

Cet insecte est originaire des provinces septentrionales de la Chine et ne fut introduit en Europe que dans le sixième siècle. Des missionnaires grecs en apportèrent des œufs à Constantinople sous le règne de Justinien, et, à l'époque des premières croisades, sa culture se répandit en Sicile et en Italie ; mais ce ne fut guère que du temps de Henri IV que cette branche d'industrie agricole acquit quelque importance dans nos provinces méridionales, dont elle forme aujourd'hui l'une des principales richesses.

Les œufs du bombyx du mûrier sont désignés par les agriculteurs sous le nom de *graine de ver à soie*. Quand ils ont été desséchés, ils ont une teinte gris-cendré; et, avec quelques soins, on peut les conserver ainsi pendant assez long-temps sans les détériorer. Pour que le travail de l'incubation commence et que les larves éclosent, il faut que les œufs éprouvent pendant quelque temps une température d'au moins 15° à 16° centigrades. Après avoir éprouvé huit ou dix jours de chaleur croissante, ils deviennent blanchâtres; et, bientôt après, les larves commencent à en sortir. Ces petits animaux, au moment de la naissance, n'ont qu'environ une ligne et un quart de long. Leur corps est allongé, cylindrique, annelé, ras et ordinairement de couleur grisâtre ; à son extrémité antérieure on distingue une tête, formée par deux espèces de calottes dures et écailleuses, sur lesquelles on remarque des points noirs, qui sont des yeux ; la bouche occupe la partie antérieure de cette tête, et est armée de fortes mâchoires ; les trois anneaux suivants portent chacun une paire de petites pattes écailleuses, et représentent le thorax ; enfin l'abdomen est très-développé et ne porte pas de membres sur les deux premiers segments, mais est garni postérieurement de cinq paires de tubercules charnus qui ressemblent à des moignons et qui constituent autant de pattes.

Dans le midi de la France on appelle les vers à soie des *magnans,* et de là le nom de *magnanerie* qu'on donne aux établissements dans lesquels on les élève. Le premier soin qu'ils réclament après leur naissance est de les séparer de leurs coques et de les placer sur des claies où ils trouvent une nourriture appropriée à leurs besoins. Pour cela on a l'habitude de recouvrir les œufs d'une feuille de papier criblée de trous, à travers lesquels les vers montent pour arriver jusqu'aux feuilles de mûrier placées au-dessus ; et c'est lorsqu'ils sont sur les rameaux garnis de ces feuilles qu'on les transporte sur les claies préparées pour leur servir de demeure. La nourriture du ver à soie consiste en feuilles de mûrier (*fig.* 352), et c'est par conséquent de la culture de cette plante que dépend la

possibilité d'élever ces insectes. Le mûrier blanc est l'espèce la plus généralement employée à cet usage ; c'est un arbre qui s'élève à quarante ou cinquante pieds, et qui donne quatre ou cinq quintaux de feuilles, quelquefois même dix ou douze. Il s'accommode assez bien de tous les terrains, et on le cultive avec succès jusque dans le nord de l'Europe ; mais il n'y croît nulle part sauvage. En effet, ce mûrier est originaire de la Chine. Deux moines grecs l'introduisirent en Europe vers le milieu du sixième siècle en même temps que les vers à soie. Sa culture se répandit bientôt dans le Péloponèse, et fit donner à cette partie de la Grèce son nom moderne de *Morée*. De là les mûriers et les vers à soie passèrent en Sicile par les soins du roi Roger, et prirent dans la Calabre une extension rapide. Quelques gentilshommes qui avaient accompagné Charles VIII en Italie pendant la guerre de 1494, ayant connu tous les avantages que ce pays retirait de cette branche d'agriculture, voulurent en doter leur patrie et firent apporter de Naples des mûriers, qu'on planta dans la Provence et dans le Dauphiné. Il y a une trentaine d'années, on voyait encore à Allan, près de Montélimart, le premier de ces arbres planté en France : il y fut apporté par Guy Pope de Saint-Auban, seigneur d'Allan. Aujourd'hui les mûriers couvrent une grande partie du midi de la France et se cultivent même dans le nord.

Les vers à soie vivent à l'état de larve environ trente-quatre jours, et, pendant ce temps, changent quatre fois de peau ; le temps compris entre ces mues successives constitue ce que les agriculteurs appellent les divers *âges* de ces petits animaux. A l'approche de chaque mue, ils s'engourdissent et cessent de manger ; mais, après avoir changé de peau, leur faim redouble. On appelle *petite frèze* le moment de grand appétit qui précède chacune des quatre premières mues, et *grande frèze* celui qui se remarque durant le cinquième âge du ver. La quantité de nourriture qu'ils consomment augmente rapidement. On compte que, pour les larves provenant d'une once de graine il faut ordinairement environ sept livres de feuilles pendant le premier âge, dont la durée est de cinq jours ; vingt et une livres pendant le second âge, qui dure seulement quatre jours ; soixante-dix livres dans le troisième âge, qui dure sept jours ; deux cent dix livres pendant le quatrième âge, dont la durée est égale à celle du troisième âge, et douze à treize cents livres pendant le cinquième âge. C'est le sixième jour du dernier âge qu'a lieu la grande frèze. Les vers dévorent alors deux à trois cents livres de feuilles, et font, en mangeant, un bruit qui ressemble à celui d'une forte averse. Le dixième jour, ils cessent de manger et

s'apprêtent à subir leur première métamorphose. On les voit alors chercher à grimper sur les branches des petits fagots qu'on a soin de placer au-dessus des claies où jusqu'alors ils sont restés. Leur corps devient mou, et il sort de leur bouche un fil de soie qu'ils traînent après eux. Bientôt ils se fixent, jettent autour d'eux une multitude de fils d'une finesse extrême, qu'on appelle *banc* ou *banne*, et, suspendus au milieu de ce lacis, filent leur cocon, qu'ils construisent en tournant continuellement sur eux-mêmes en divers sens et en enroulant ainsi autour de leur corps le fil qu'ils font sortir de la filière dont leur lèvre est percée. La soie ainsi formée se produit dans des glandes qui ont beaucoup d'analogie avec les glandes salivaires des autres animaux, et la matière dont elle est composée est molle et gluante au moment de sa sortie, mais ne tarde pas à se durcir à l'air. Il en résulte que les divers tours de ce fil unique s'agglutinent entre eux et constituent une enveloppe dont le tissu est ferme et dont la forme est ovoïde. La couleur de cette soie varie : tantôt elle est jaune, tantôt d'un blanc éclatant, suivant la variété du ver qui l'a produite, et la longueur de chaque fil dépasse souvent trois cents mètres, mais varie beaucoup ainsi que le poids des cocons. Les vers nés d'une once de graine peuvent en donner jusqu'à cent trente livres ; mais une telle récolte est rare, et souvent on n'en retire que soixante-dix à quatre-vingts livres de cocon.

En général trois jours et demi à quatre jours suffisent aux larves pour achever leur cocon, et si on ouvre ensuite cette espèce de cellule on voit que l'animal (*fig.* 354) n'offre plus le même aspect qu'avant sa réclusion : il a pris une couleur brune, sa peau ressemble à du vieux cuir, et sa forme est ovoïde, un peu pointue à son extrémité postérieure. On n'y distingue plus ni tête ni mâchoires ; mais sa portion postérieure est occupée par des anneaux mobiles, tandis qu'en avant on remarque une bande oblique, disposée en écharpe



Fig. 353. *Bombyx du mûrier.*



Fig. 354 *Chrysalide.*

et représentant les ailes futures de l'animal parfait. Le temps pendant lequel les bombyx restent ainsi renfermés à l'état de chrysalide varie suivant la température. Si la chaleur est de 15° à 18°, ils en sortent à l'état parfait du dix-huitieme au vingtième jour. Pour percer leur cocon, ils en humectent une extrémité avec une liqueur particulière qu'ils dégorgent; et ensuite ils heurtent avec violence leur tête contre le point ainsi ramolli. Lorsque le bombyx a de la sorte achevé ses métamorphoses, il se présente sous la forme d'un papillon à ailes blanchâtres (*fig.* 353) : sa bouche n'est plus armée de mâchoires comme dans le jeune âge, mais se prolonge en une trompe roulée en spirale ; ses pattes sont grêles et allongées, et sa conformation intérieure diffère autant de celles de la larve que sa forme extérieure. Presque aussitôt après leur naissance, les papillons se recherchent entre eux ; ensuite les femelles pondent leurs œufs, dont le nombre s'élève à plus de cinq cents pour chacun de ces insectes ; enfin, après avoir vécu à l'état parfait pendant dix à vingt jours, ils meurent.

§ 335. Les abeilles, dont nous avons déjà eu l'occasion de parler (§ 332), éprouvent des changements plus grands encore, puisqu'à l'état de larve elles manquent complétement de pattes et ressemblent à de petits vers. Il en est de même des mouches, des cousins et d'un grand nombre d'autres insectes : ainsi les animaux vermiformes qui fourmillent dans les charognes en putréfaction, et qui sont connus sous le nom d'*asticots*, ne sont autre chose que les larves de la mouche dorée. Les cousins ou moustiques qui, le soir, voltigent en troupes nombreuses et qui se rendent si incommodes à l'homme par leurs piqûres envenimées, vivent dans l'eau lorsqu'ils sont à l'état de larve. Ils sont alors vermiformes, privés de pattes, et ont l'abdomen terminé par des soies et des appendices disposés en rayons (*fig.* 356) ; enfin leur avant-dernier anneau donne naissance à un tube assez long (*t*) à l'aide duquel l'animal puise dans l'atmosphère l'air dont il a besoin. Pour respirer ainsi, il se pend en quelque sorte à la surface de l'eau la tête en bas; et on le voit à de courts intervalles renouveler ce manége. La nymphe continue à vivre dans l'eau et à s'y mouvoir ; mais, au lieu de respirer comme la larve, elle puise l'air dont elle a besoin au moyen de deux tuyaux placés sur le thorax. Elle flotte à la surface du liquide, et, après avoir achevé sa métamorphose, l'insecte parfait (*fig.* 357) se sert de sa dépouille de nymphe comme d'un bateau jusqu'à ce que ses longues jambes et ses ailes aient acquis assez de solidité pour lui permettre de marcher sur la surface de l'eau ou de s'envoler ; car si son corps venait à être submergé, comme cela

arrive souvent quand le vent renverse ces frêles embarcations, il se noierait infailliblement.

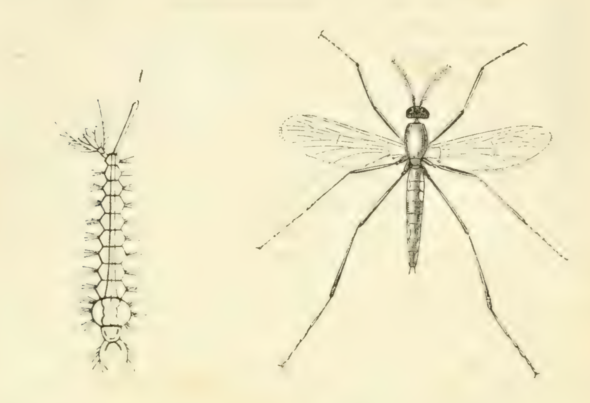


Fig. 356. ***Larve de Cousin.***

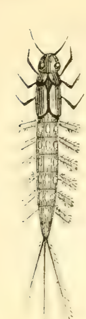
Fig. 357. ***Cousin*** (grossi).

§ 536. Les *insectes à demi-métamorphoses* passent aussi par l'état de larve et de nymphe avant que d'arriver à l'état parfait ; mais ici la larve ne diffère guère de l'insecte parfait que par l'absence d'ailes, et l'état de nymphe n'est caractérisé que par la croissance de ces organes, qui, d'abord reployés et cachés sous la peau, sont alors libres, mais n'acquièrent tout leur développement qu'à l'époque de la dernière mue.



Fig. 358. ***Éphémère.***

Nous citerons comme exemples d'insectes offrant ce genre de métamorphoses les sauterelles et les éphémères (*fig.* 358). Ces derniers


Fig. 359.

présentent même une particularité remarquable ; car d'ordinaire les insectes changent de peau pour la dernière fois lorsqu'ils passent de l'état de nymphe à l'état parfait, tandis que l'éphémère éprouve encore une mue avant que d'être complétement adulte, bien qu'elle ne vive ainsi que l'espace de quelques heures. La larve de ces éphémères vit dans l'eau et ne diffère que peu de l'adulte, si ce n'est par la brièveté de ses pattes, par l'absence d'ailes et par la rangée de lames ou de feuillets qu'elle porte de chaque côté de son abdomen, et qu'elle emploie comme organes de respiration et de natation. La nymphe (*fig.* 359) ne diffère de la larve que par la présence des fourreaux renfermant les ailes. Au moment où ces organes doivent se développer, l'insecte sort de l'eau, et, après avoir voltigé pendant quelques minutes, va se poser sur un objet élevé et s'y livre bientôt à des mouvements violents au moyen desquels il se dépouille de sa membrane tégumentaire : c'est alors seulement que ses pattes acquièrent toute leur longueur, et son corps les couleurs qu'il doit conserver.

§ 537. Quelques insectes, tout en subissant des changements considérables dans le jeune âge, ne passent point par la série complète de transformations dont nous venons de parler; ils semblent, pour ainsi dire, s'arrêter en route, et n'arrivent jamais à posséder des ailes. Les puces sont dans ce cas. En sortant de l'œuf, elles sont privées de pieds et ont la forme de petits vers de couleur blanchâtre. Ces larves sont très-vives et se roulent en cercle ou en spirale. Bientôt elles deviennent rougeâtres, et, après avoir vécu dans cet état pendant une douzaine de jours, elles se renferment dans une petite coque soyeuse, d'une finesse extrême, pour s'y transformer en nymphes; enfin, au bout de douze jours environ de réclusion, si le temps est chaud, elles sortent de leur enveloppe à l'état parfait.

§ 538. Enfin, il est aussi des insectes qui ne subissent pas de métamorphose et qui naissent avec tous les organes dont ils doivent être pourvus, mais ce sont toujours des insectes aptères qui nous offrent ce mode de développement. Le podurelle (*fig.* 333), dont il a été déjà question, et les poux sont dans ce cas.

§ 539. Les insectes, si remarquables par leur organisation, le sont encore davantage par leurs mœurs et par l'instinct admirable dont la nature a doué un grand nombre d'entre eux. Les ruses qu'ils emploient pour se procurer leur nourriture ou pour se sous-

traire à leurs ennemis, et l'industrie qu'ils déploient dans leurs travaux, étonnent tous ceux qui en sont témoins; et, lorsqu'on les voit se réunir en sociétés nombreuses pour suppléer à leur faiblesse individuelle, s'aider entre eux, se partager les travaux nécessaires à la prospérité de la communauté, pourvoir à leurs besoins futurs, et souvent même régler leurs actions d'après les circonstances accidentelles où ils se trouvent, on reste confondu de trouver chez des êtres si petits, et en apparence si imparfaits, des instincts si variés et si puissants, et des combinaisons intellectuelles qui ressemblent tant à du raisonnement. Le sujet ne tarirait pas si nous voulions rapporter ici des exemples de ces phénomènes curieux; mais les limites étroites de ces leçons ne nous permettent pas d'y consacrer en ce moment plus de temps, et nous ne pouvons que renvoyer nos lecteurs à ce que nous en avons déjà dit en traitant d'une manière générale des actions des animaux. (Voyez § 317 à § 339.)

§ 540. **Classification des insectes.** — Si nous cherchions maintenant à résumer en peu de mots les différences les plus importantes que les insectes offrent entre eux, nous verrions que ces différences dépendent surtout de la structure de l'appareil buccal, qui règle le régime de ces animaux; de la disposition des organes servant à la locomotion aérienne, fonction qui donne à la classe tout entière un de ses traits les plus saillants; enfin, du genre de métamorphoses que ces êtres subissent dans le jeune âge. Or, d'après ce que nous avons dit ailleurs sur l'essence des classifications naturelles, il est évident que ce doit être par conséquent dans les modifications de l'appareil buccal, des ailes et du mode de développement, que le zoologiste cherchera les bases de la distribution méthodique de ces animaux. En effet, c'est de la sorte qu'on est parvenu à les diviser en un certain nombre d'*ordres*, auxquels on a donné les noms de *coléoptères*, *orthoptères*, *névroptères*, *hyménoptères*, *lépidoptères*, *hemiptères*, *rhipiptères*, *diptères*, *parasites* et *thysanoures*.

§ 541. Les Coléoptères, de même que les orthoptères et les névroptères, sont conformés pour se nourrir de substances solides, soit animales, soit végétales, et sont pourvus à cet effet de mandibules et de mâchoires propres à opérer la division de ces aliments (*fig.* 337). Ils sont pourvus de deux paires d'ailes, mais celles de la première paire ne sont pas propres au vol, et constituent des espèces de boucliers durs et cornés que l'on nomme élytres (*fig.* 329). Les ailes de la seconde paire sont, au contraire,

membraneuses, transparentes, et trop longues pour se cacher sous les élytres sans se reployer en travers; quelquefois elles manquent, et alors l'insecte est dans l'impossibilité de voler : c'est le cas du charançon, qui ravage nos greniers à blé, et se fait remarquer par sa tête prolongée en façon de bec.

Les coléoptères subissent des métamorphoses complètes. La larve ressemble à un ver dont la tête est cornée, tandis que le reste du corps est presque toujours mou (*fig.* 360) ; sa bouche est conformée de même que celle de l'insecte parfait, et il n'y a pas toujours d'ocelles; les trois anneaux qui suivent la tête sont presque toujours pourvus chacun d'une paire de pattes, ordinairement très-courtes ; enfin, il existe chez un grand nombre de ces animaux une paire de fausses pattes, attachée au dernier segment de l'abdomen. La nymphe est inactive et ne prend pas de nourriture ; elle est recouverte d'une peau membraneuse qui s'applique exactement aux parties situées au-dessous et les laisse apercevoir.

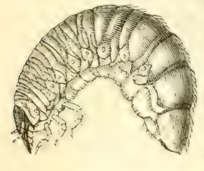


Fig. 360. *Larve de Hanneton.*

La plupart de ces insectes se font remarquer par la dureté de leurs téguments et le brillant de leurs couleurs ; les uns sont carnassiers : le carabe doré ou jardinier (*fig.* 6), si commun dans les allées sablées, par exemple ; d'autres, tels que le hanneton, se nourrissent de matières végétales. Leur nombre est immense, on en connaît plus de trente mille espèces ; mais nous nous bornerons à citer ici les scarabées, dont une espèce (*fig.* 363) est célèbre à cause du respect dont elle était l'objet chez les anciens Égyptiens; les cantharides ou *mouches d'Espagne* (*fig.* 361), qui, dans le midi de la France et en Espagne, vivent sur le frêne et le lilas, et fournissent à la médecine une substance vésicante très-énergique ; les calandres ou charançons, qui vivent dans le blé ; les vrillettes (*fig.* 362), et les limebois, qui, à l'état de larve, perforent les bois des vieux meubles et des charpentes; les dermestes (*fig.* 364), dont les larves se nourrissent des dépouilles d'autres animaux et souvent détruisent de la sorte les fourrures et les collections zoologiques ; enfin, les coccinelles ou *bêtes à Dieu* ; les cicindèles, les carabes (*fig.* 6), etc.

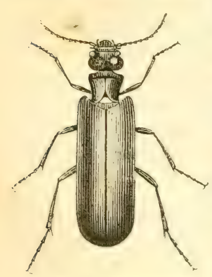


Fig. 361. *Cantharide vésicante* (*grossie*).



Fig. 362.
Vrillette.



Fig. 363. *Scarabée* (ou *Ateuchus*) *des Égyptiens.*



Fig. 364.
Dermeste du lard.

§ 542. Les ORTHOPTÈRES ressemblent aux précédents par la disposition générale des organes de la mastication, ainsi que par le nombre et la consistance de leurs ailes ; mais s'en distinguent par le mode de plissement des ailes postérieures et par la nature de leurs métamorphoses. Leurs élytres sont moins dures que chez les coléoptères, et les ailes membraneuses (*fig*. 365), lorsqu'elles sont dans le repos, ne se déploient pas pas transversalement, mais se plissent



Fig. 365. *Sauterelle.*



Fig. 366. *Blatte.*

seulement dans le sens longitudinal, à la manière d'un éventail. Ils ne subissent que des demi-métamorphoses, et la larve ainsi que



Fig. 367. *Grillon domestique.*

la nymphe ressemblent à l'insecte parfait, si ce n'est quant aux ailes. Enfin, tous sont terrestres, et la plupart sont remarquables par l'allongement de leur corps et le développement extrême des pattes postérieures, ce qui en fait des animaux sauteurs.

Fig. 368. *Phyllie feuille-sèche.*

Les sauterelles et les criquets (*fig.* 324) sont les représentants principaux de ce groupe; mais on y range aussi les mantes (*fig.* 327), les phyllies (*fig.* 368), les grillons (*fig.* 367), les courtilières (*fig.* 326), les blattes (*fig.* 366) et les forficules (*fig.* 332).

§ 543. Les Névroptères se distinguent des autres insectes masticateurs par la contexture de leurs ailes, qui, au nombre de quatre, sont toutes membraneuses, transparentes, d'une délicatesse extrême et également utiles pour le vol. Le corps de ces insectes est en général mou et très-allongé; enfin, les uns subissent



Fig. 369. *Libellule indienne*

des métamorphoses complètes, les autres des demi-métamorphoses seulement. Cet ordre comprend les libellules (*fig.* 369), les agrions (*fig.* 145), les éphémères (*fig.* 358), les fourmilions (*fig.* 370), les termites, les friganes, etc.



Fig. 370. *Fourmilion ordinaire.*

§ 344. Les **Hyménoptères** établissent en quelque sorte le passage entre les insectes masticateurs et les suceurs : ils sont, en effet, pourvus de mandibules conformées à peu près de même que chez les premiers, mais ne s'en servent pas pour la mastication et se nourrissent de matières molles ou liquides qu'ils pompent à l'aide

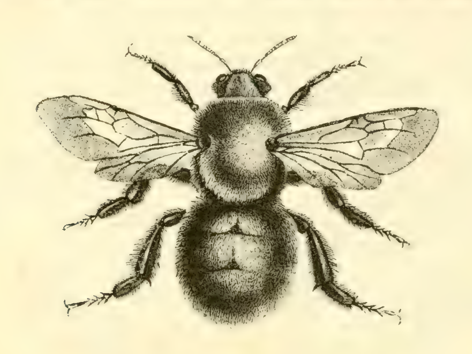


Fig. 371. *Bourdon.*

d'une trompe mobile et flexible, composée des mâchoires et de la languette, excessivement allongée (*fig.* 339). Ils ont, comme les névroptères, quatre ailes membraneuses et transparentes; mais ces ailes, au lieu d'être réticulées comme une dentelle, sont divisées en un certain nombre de cellules assez grandes par des nervures cornées, et elles se croisent horizontalement sur le corps pendant le repos. Leurs téguments n'offrent que peu de dureté, et l'abdomen des femelles est terminé par une tarière ou par un aiguillon.

Ces insectes subissent une métamorphose complète. La larve, tantôt privée de pattes, ressemble à un ver; d'autres fois, pourvue de six pieds à crochets et souvent aussi de douze à seize pieds membraneux, ressemble davantage à des chenilles : dans l'un et l'autre cas, elle a une tête écailleuse avec des mandibules, des mâchoires, et une lèvre à l'extrémité de laquelle est une filière pour le passage de la matière soyeuse dont sa coque doit être construite. Le régime de ces larves varie beaucoup. Plusieurs ne peuvent se passer de secours étrangers et sont élevées en commun par des individus stériles, réunis en société, ainsi que nous l'avons déjà vu en parlant des abeilles (§ 332). La nymphe reste sans nourriture et dans un repos complet. Enfin, dans leur état parfait,

les hyménoptères vivent presque tous sur les fleurs et meurent au bout de la première année de leur existence.

Cet ordre comprend la plupart des insectes les plus remarquables par leurs instincts, tels que les fourmis, les abeilles (*fig.* 111) et les guêpes. On y range aussi les bourdons (*fig.* 371), les xylocopes (*fig.* 103), les tentrèdes, les sirex (*fig.* 372), les ichneumons, les cynips, etc.



Fig. 372. *Sirex géant.*

§ 545. L'ordre des Lépidoptères se compose d'insectes dont la bouche (*fig.* 344) est conformée de manière à n'être propre qu'à



Fig. 373. *Vanesse paon du jour.*

l'aspiration des sucs déposés sur la surface des plantes, et dont les ailes, au nombre de quatre et membraneuses comme dans les deux groupes précédents, sont opaques et diversement coloriées par la présence d'une sorte de poussière écailleuse fixée à leur surface. La bouche, comme nous l'avons déjà dit, a la forme d'une longue trompe roulée en spirale. Enfin, ces insectes subissent des métamorphoses complètes, et leurs larves (*fig.* 319 et 377, 4*b*), connues sous le nom de *chenilles*, sont pourvues de pattes vers les deux extrémités de leurs corps, et vivent en général de feuilles : les unes s'enveloppent d'un cocon soyeux pour y achever leur transformation ; d'autres se roulent dans des feuilles, ou se suspendent à quelque corps étranger au moyen d'un fil de soie.



Fig. 374. *Danaïde plexippe.*

Parmi les lépidoptères, les uns volent de jour, les autres ne se montrent qu'à la brune, et d'autres encore restent comme engourdis durant le jour et ne sortent que la nuit. Les Diurnes se reconnaissent à leurs ailes élevées verticalement pendant le repos (*fig.* 374), et sont remarquables par la variété et la vivacité de leurs couleurs ; on les désigne généralement sous le nom de papillons, mais les zoologistes les distinguent en vanesses (*fig.* 373), papillons proprement dits (*fig.* 351), danaïdes (*fig.* 374), etc. Les Crépusculaires et les Nocturnes ont les ailes horizontales pendant le repos, et ont en général des couleurs plus ternes que les précédents. Ce sont les sphinx (*fig.* 375), les bombyces (*fig.* 376), les phalènes, les teignes, etc. La pyrale (*fig.* 377), qui occasionne souvent de grands dégâts dans les vignobles, appartient aussi à ce groupe.



Fig 375. *Sphinx de la vigne.*

Fig. 376. *Bombyx feuille de chêne.*

Fig. 377. *Pyrale de la vigne* (1).

(1) Feuille de vigne attaquée par la pyrale : — 4 le mâle ; — 4 *a* la femelle, 4 *b* la chenille ; — 4 *c* les œufs ; — 4 *d*, 4 *e* les chrysalides.

§ 546. Les Hémiptères ont aussi la bouche disposée pour la succion, mais elle ne consiste pas en une simple trompe et a la forme d'un bec, dans l'intérieur duquel se trouvent des stylets aigus, propres à perforer les tissus animaux ou végétaux dans



Fig. 378. *Pentatome.*

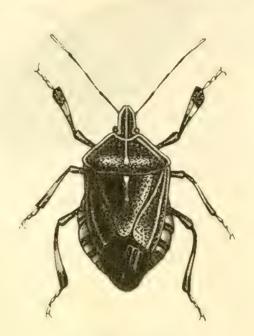


Fig. 379. *Halys.*

lesquels l'animal doit puiser les liquides dont il se nourrit (voyez § 525). Ces insectes ont ordinairement quatre ailes comme tous les précédents; mais, en général, celles de la première paire ne sont membraneuses que vers le bout, et constituent des demi-

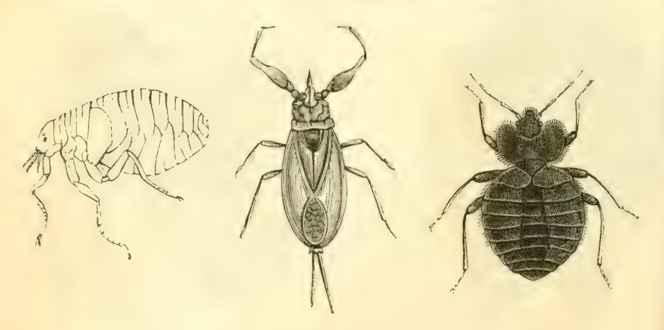


Fig. 380. *Puce.* *Fig.* 381. *Nèpe.* *Fig.* 382. *Punaise.*

élytres; enfin les métamorphoses sont incomplètes, et l'insecte en grandissant ne change ni de forme ni d'habitude, seulement il acquiert, en général, des ailes dont il était d'abord privé; quel-

CLASSE DES MYRIAPODES.

§ 551. Les *Myriapodes* respirent l'air au moyen de trachées comme les insectes, mais ils diffèrent considérablement de ces animaux ainsi que des arachnides par leur conformation générale. Non-seulement ils n'ont jamais d'ailes, mais leur corps, très-allongé et divisé en un grand nombre d'anneaux, porte sur chacun de ses segments au moins une paire de pattes : aussi le nombre de ces organes s'élève-t-il toujours à vingt-quatre ou davantage, et n'existe-t-il aucune ligne de démarcation entre le thorax et l'abdomen. Ils ressemblent un peu à des serpents ou à des vers qui seraient munis de pieds; mais leur organisation intérieure les rapproche des insectes ordinaires.

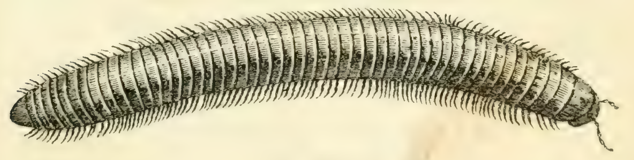


Fig. 389. *Iule.*

La tête des myriapodes est garnie de deux petites antennes et de deux yeux formés ordinairement d'une réunion d'ocelles. Leur bouche est conformée pour la mastication et présente une paire de mandibules biarticulées suivies d'une espèce de lèvre à quatre divisions, et deux paires d'appendices semblables à de petits pieds. Le nombre des anneaux de leur corps varie, et quelquefois ces segments paraissent réunis deux à deux, de telle sorte que chaque tronçon mobile porte deux paires de pattes (*fig.* 360). Ces derniers organes ne se terminent que par un seul crochet. Enfin il existe de chaque côté du corps une série de stigmates en communication avec des trachées conformées de la même manière que chez les insectes ordinaires. Les myriapodes éprouvent dans le jeune âge des métamorphoses, mais ces changements ne sont pas analogues à ceux que nous avons vus chez les insectes proprement dits, et consistent seulement dans la formation de nouveaux anneaux et dans une augmentation correspondante du nombre des pattes.

§ 552. Deux groupes naturels, faciles à distinguer par la forme

des antennes, composent cette petite classe, savoir les Chilognathes ou Iules, et les Chilopodes ou Scolopendres.

Les Chilognathes ont le corps cylindrique, et se nourrissent de matières organiques plus ou moins décomposées; leur marche est lente, et ils se roulent souvent en spirale ou en boule. On les distingue sous les noms d'iules (*fig.* 389), de polydesmes (*fig.* 390) et de gloméris.

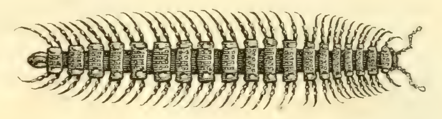


Fig. 390. *Polydesme.*

Les Chilopodes ont le corps déprimé et plus membraneux que les précédents; ils sont carnassiers et courent très-vite. Trois genres principaux constituent groupe : les scolopendres (*fig.* 439), les lithobies et les scutigères.

CLASSE DES ARACHNIDES.

§ 553. La classe des arachnides se compose d'animaux articulés qui ont beaucoup d'analogie avec les insectes, et qui sont également organisés pour vivre dans l'air; mais qui s'en distinguent, au premier coup d'œil, par la forme générale du corps et par le nombre des pattes, et qui diffèrent aussi de ces animaux par plusieurs particularités importantes dans leur structure intérieure. En effet, les arachnides ont tous la tête confondue avec le thorax et dépourvue d'antennes; ils ont quatre paires de pattes et jamais d'ailes; enfin, ils respirent en général à l'aide de cavités pulmonaires, et ont presque tous un appareil circulatoire assez complet.

§ 554. Le squelette tégumentaire de ces animaux est en général moins solide que celui des insectes, et leur corps se compose de deux parties principales, presque toujours distinctes : l'une appelée *céphalothorax*, parce qu'elle est formée par la tête et le thorax confondus en un seul tronçon; l'autre nommée *abdomen*, et composée tantôt d'une suite d'anneaux distincts (comme cela se voit chez les scorpions (*fig.* 395), tantôt d'une masse molle, globuleuse et sans divisions (chez les araignées, par exemple, *fig.* 446).

Les organes de la locomotion sont tous fixés au céphalothorax, et consistent en huit pattes très-semblables à celles des insectes et presque toujours terminées par deux crochets; en général, leur longueur est considérable, et elles se cassent facilement; mais, de même que chez les crustacés, le moignon, après s'être cicatrisé, reproduit une nouvelle patte qui croît peu à peu, et finit par être semblable à celle dont l'animal avait été privé. Jamais les arachnides ne présentent des vestiges d'ailes, et leur abdomen est toujours complétement dépourvu d'appendices locomoteurs.



Fig. 391. *Mygale.*

§ 555. C'est sur la partie antérieure du céphalothorax que se trouvent la bouche et les yeux. Ces derniers organes sont toujours simples et en nombre assez considérable : on en compte ordinairement huit (*fig.* 392), et on distingue dans chacun d'eux une cornée transparente, derrière laquelle se trouvent un cristallin et une humeur vitrée, puis une rétine formée par la terminaison d'un nerf optique et une enveloppe de matière colorante. On ne sait rien relativement aux instruments à l'aide desquels s'exerce l'audition chez les arachnides; mais on a des preuves multipliées de l'existence de ce sens chez ces animaux, et il paraîtrait même que certains d'entre eux sont sensibles au charme de la musique. Le toucher s'exerce principalement par l'extrémité des pattes et par les appendices dont la bouche est garnie.



Fig. 392.

§ 556. Le système nerveux des arachnides présente des différences assez grandes; tantôt (chez les scorpions, par exemple) il se compose d'une série de huit masses ganglionaires réunies entre elles par de doubles cordons de communication et formant une chaîne étendue, d'un bout du corps à l'autre, d'une manière presque uniforme; d'autres fois (chez les araignées, etc.) on trouve tous les ganglions du thorax réunis en une seule masse (*t*, *fig.* 393 et *fig.* 396), d'où partent en arrière deux cordons (*c*) qui vont aboutir à un ganglion abdominal unique (*a*, *fig.* 396). Du reste, la disposition générale de ces parties est toujours la même : les gan-

glions antérieurs (*c*), situés au-devant ou au-dessus de l'œsophage, et considérés plus ordinairement comme représentant le cerveau de ces animaux, donnent naissance aux nerfs optiques en avant, et se continuent en arrière avec le collier œsophagien ; les autres ganglions sont situés au-dessous du tube alimentaire, et envoient des nerfs aux pattes, aux appendices de l'abdomen, etc.

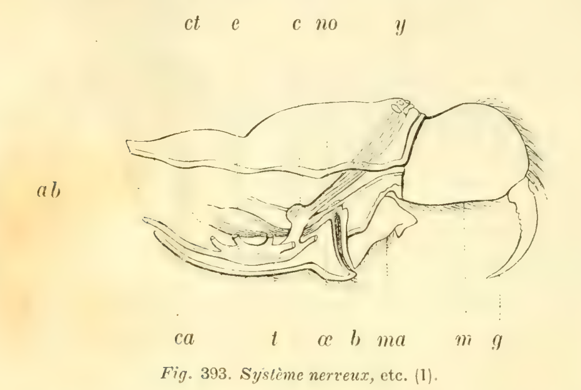


Fig. 393. *Système nerveux,* etc. (1).

§ 557. Les arachnides sont carnassiers, mais se bornent en général à sucer les humeurs contenues dans le cadavre de leur victime, et, afin de leur rendre plus facile la capture d'animaux dont ils pourraient redouter la force, la nature a pourvu un grand nombre d'entre eux d'un appareil venimeux. La plupart se nourrissent d'insectes qu'ils saisissent vivants; quelques-uns cependant sont parasites. Chez les premiers la bouche (*fig.* 394) est garnie d'une paire de mandibules armées de crochets mobiles, ou

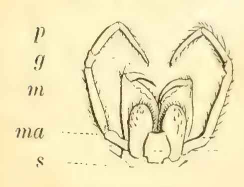


Fig. 394 (2).

(1) Section du céphalothorax d'une mygale, montrant la disposition du système nerveux : — *ct* céphalothorax ; — *m* mandibule ; — *g* griffe ou crochet mobile qui la termine ; — *b* bouche ; — *œ* œsophage ; — *e* estomac ; — *ab* origine de l'abdomen ; — *c* cerveau ou ganglion céphalique ; — *t* masse ganglionaire du thorax ; — *ca* cordons qui s'unissent aux ganglions abdominaux ; — *no* nerf optique ; — *y* yeux.

(2) Appareil buccal d'une araignée : — *s* sternum ; — *l* lèvre ; — *ma* mâchoires ; — *p* palpes des mâchoires ; — *m* mandibules ; — *g* crochet ou griffe des mandibules.

conformées en manière de pinces, d'une paire de mâchoires lamelleuses portant chacune un grand palpe plus ou moins pédiforme, et d'une lèvre inférieure; chez les arachnides parasites, la bouche a la forme d'une petite trompe d'où sort une espèce de lancette formée par les mâchoires.

Le crochet mobile des mandibules présente près de son extrémité une petite ouverture qui est l'orifice du canal excréteur de la glande venimeuse dont nous avons déjà parlé, et la liqueur qu'elle verse au fond des plaies détermine presque aussitôt l'engourdissement des insectes auxquels ces animaux font la chasse, mais est trop faible pour nuire à l'homme, et c'est sans aucune raison que le vulgaire attribue souvent à la morsure des araignées les boutons et les rougeurs qui se développent quelquefois sur notre peau.

Certains arachnides sont pourvus d'un autre appareil venimeux destiné au même usage et servant en même temps comme arme défensive : tel est le crochet qui termine l'abdomen des scorpions (*fig.* 395). Ce dard présente au-dessous de la pointe plusieurs ou-

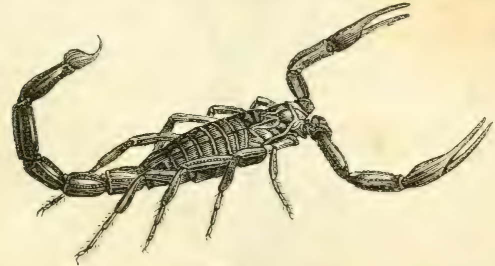


Fig. 395. *Scorpion.*

vertures qui communiquent avec une glande venimeuse, et la piqûre de ces arachnides est souvent mortelle pour les animaux même assez gros, tels que les chiens. Les grands scorpions des pays chauds sont aussi très-redoutables pour l'homme, mais la piqûre des espèces qui habitent l'Europe ne paraît pas être jamais mortelle; il en résulte ordinairement une inflammation locale plus ou moins vive, accompagnée de fièvre et d'engourdissement, et quelquefois de vomissements, de douleurs dans tout le corps et de tremblement. Pour combattre ces accidents, les médecins conseillent l'usage de l'ammoniaque (ou alcali volatil) administré à l'intérieur aussi bien qu'à l'extérieur, et l'application de substances émollientes sur la plaie.

Le canal intestinal est en général assez simple, mais offre quel-

quefois des appendices cœcaux qui pénètrent jusque dans l'intérieur des pattes. En général, des tubes analogues aux vaisseaux biliaires des insectes s'ouvrent à l'intestin près de l'anus; mais chez quelques arachnides, tels que les scorpions, il existe un foie composé de quatre grappes glanduleuses.

C'est aussi autour de l'ouverture anale que se trouvent les glandes sécrétoires de la matière soyeuse et les filières à l'aide desquelles plusieurs arachnides se construisent des toiles souvent très-étendues et d'une délicatesse extrême (*f*, *fig*. 396).

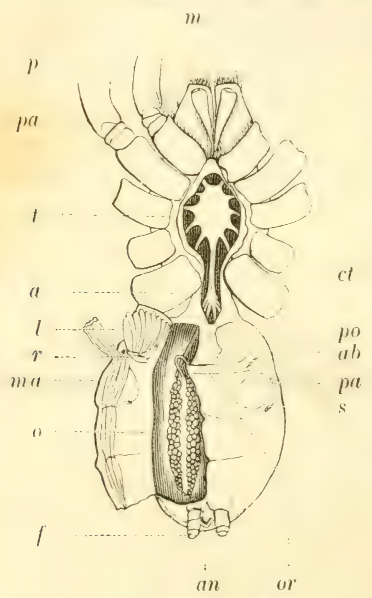


Fig. 396. *Anatomie d'une Mygale* (1).

§ 558. La respiration des arachnides est aérienne comme celle des insectes, et se fait quelquefois au moyen de trachées; mais chez la plupart de ces animaux, et notamment chez les araignées

(1) *ct* céphalothorax ouvert en dessous et donnant attache aux pattes dont la base est en place; — *pa* patte de la première paire; — *p* palpe; — *m* mandibules; — *ab* abdomen; — *t* masse ganglionaire thoracique; — *a* ganglions abdominaux; — *po* poches pulmonaires; — *s* stigmates; — *l* lamelles respiratoires d'une de ces cavités ouverte; — *o* ovaires; — *or* orifice des oviductes; — *ma* muscles de l'abdomen; — *an* anus; — *f* filières.

et les scorpions, elle est concentrée dans des poches logées dans l'abdomen et appelées *poumons*. Ces derniers organes présentent dans leur intérieur une multitude de lamelles membraneuses (*l*, *fig.* 396) disposées comme les feuillets d'un livre ; aussi ressemblent-ils bien plus à des branchies intérieures qu'à de véritables poumons. Chaque poumon reçoit l'air par une ouverture située à la face inférieure de l'abdomen (*s*), et on en compte tantôt deux, tantôt quatre ou même huit.

Certaines araignées possèdent en même temps des poumons et des trachées, les segestries sont dans ce cas ; et d'autres, telles que les faucheurs et les mites, sont pourvues de trachées seulement. Ces tubes ont la même structure que chez les insectes, et l'air y pénètre par deux stigmates très-petits situés à la partie inférieure de l'abdomen.

Le sang est blanc chez tous les animaux de cette classe. Les arachnides pulmonaires sont pourvus d'un appareil circulatoire assez complet. Leur cœur (*fig.* 397), situé sur le dos, a la forme d'un vaisseau allongé, et donne naissance à diverses artères ; le sang, après avoir traversé les organes, se rend aux poumons, et de là arrive au cœur, en suivant une marche semblable à celle que nous avons déjà vue chez les crustacés (§ 111). Chez les arachnides dont la respiration s'effectue uniquement à l'aide de trachées, l'appareil de la circulation est rudimentaire. Il ne paraît y avoir qu'un simple vaisseau dorsal, sans artères ni veines.

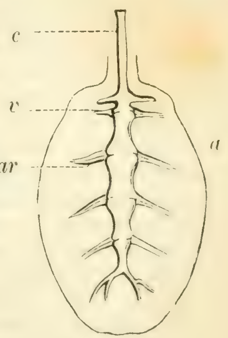


Fig. 397 (1).

§ 559. Les arachnides pondent des œufs comme les insectes, et le mâle diffère en, général, de la femelle par la forme des palpes maxillaires, dont les usages paraissent être très-importants. Un grand nombre de ces animaux enveloppent leurs œufs dans un cocon de soie, et quelquefois la mère demeure avec sa jeune famille pour la protéger, et porte même les petits sur son dos lorsqu'ils sont encore trop faibles pour marcher. Tous ces animaux subissent plusieurs mues avant que d'arriver à l'âge adulte, et quelques-uns éprouvent une sorte de métamorphose, car il en est dont les pattes ne sont d'abord qu'au nombre de trois paires et qui en acquièrent une quatrième à un âge plus ou moins avancé.

(1) Abdomen et cœur d'une araignée : — *a* abdomen ; — *c* cœur ; — *ar* artère céphalique ; — *v* canaux veineux.

§ 560. Les arachnides sont doués d'instincts variés qui sont quelquefois non moins remarquables que ceux des insectes ; et on serait même porté à leur accorder des facultés plus développées, car on a vu des animaux de cette classe se prêter à une espèce d'éducation et donner des signes d'une sorte d'intelligence. Plusieurs ont recours à des ruses particulières pour s'emparer de leur proie, et d'autres déploient dans la construction de leur demeure une industrie singulière : nous avons déjà eu l'occasion de parler du nid si remarquable de la mygale (*fig.* 400) ; les toiles que nos araignées de jardin tendent avec une régularité admirable sont également curieuses. La soie avec laquelle ces animaux se construisent ainsi des retraites, tendent des piéges à leur proie et forment des cocons pour leurs œufs, est sécrétée par un appareil logé dans la partie postérieure de l'abdomen. Cet appareil consiste en plusieurs paquets de vaisseaux contournés sur eux-mêmes et aboutissant à des pores percés au sommet de quatre ou de six mamelons coniques ou cylindriques appelés filières et situés au-dessous de l'anus (*fig.* 396). La matière gluante expulsée à travers ces pores prend de la consistance par le contact de l'air, et constitue des fils d'une ténuité extrême et d'une longueur très-grande. A l'aide de ses pattes, l'animal réunit en une seule corde une multitude de ces fils ; et chaque fois qu'en se balançant les filières viennent à toucher le corps sur lequel il pose, il y attache le bout d'un de ces fils, dont l'extrémité opposée est encore renfermée dans l'appareil sécréteur, et dont il peut par conséquent augmenter à volonté la longueur. La couleur et le diamètre des fils varient beaucoup : une araignée du Mexique se construit une toile composée de fils rouges, jaunes et noirs entrelacés avec un art qui étonne ; et on a calculé que dix mille fils sortant des pores d'une des filières de quelques-unes de nos araignées communes n'égalent pas en grosseur un de nos cheveux, tandis que d'autres espèces propres aux pays chauds forment des trames si fortes qu'elles suffisent pour arrêter de petits oiseaux, et que l'homme même a besoin de faire un effort pour les rompre. La manière dont les aranéides mettent leur soie en œuvre ne varie pas moins : les unes se bornent à tendre des fils irréguliers, d'autres tissent une toile dont les mailles sont d'une régularité extrême. Quelquefois on les voit immobiles au milieu de leur trame, guettant leur proie ; d'autres fois ils se cachent dans une retraite qu'ils se construisent tout auprès, et qui a tantôt l'apparence d'un tube soyeux, tantôt celle d'une petite coupe.

§ 561. Les arachnides se divisent en deux sortes, d'après la structure des organes de la respiration et de la circulation.



Fig. 400. *Langouste.*

tégumentaire des larves des insectes se renouveler à plusieurs reprises. On comprend facilement la nécessité de ces mues chez des animaux dont tout le corps est renfermé dans une gaîne solide, qui, ne pouvant croître comme les parties intérieures, opposerait à leur développement des obstacles invincibles si elle ne tombait pas du moment qu'elle est devenue trop petite pour les loger commodément; aussi les crustacés changent-ils de peau

pendant tout le temps que dure leur croissance, et il paraîtrait que la plupart de ces animaux grandissent pendant presque toute leur vie. La manière dont ils se dépouillent de leur ancienne enveloppe est très-singulière ; en général, ils parviennent à en sortir sans y occasionner la moindre déformation, et, lorsqu'ils la quittent, toute la surface de leur corps est déjà revêtue de sa nouvelle gaîne ; mais celle-ci est encore molle et n'acquiert la solidité qu'elle doit avoir qu'au bout de quelques jours.

Le corps des crustacés se compose d'une série d'anneaux plus ou moins distincts. Tantôt la plupart de ces segments sont simplement articulés entre eux et jouissent d'une mobilité assez grande ; tantôt ils sont presque tous soudés ensemble et ne se distinguent que par des sillons situés à leur point de jonction ; enfin d'autres fois leur union est encore plus intime, et c'est par analogie seulement qu'on est conduit à considérer le tronçon résultant de leur fusion comme composé de plusieurs anneaux plutôt que d'un seul. Il en résulte, comme on le pense bien, des différences très-grandes dans la forme générale de ces animaux ; et si l'on compare entre eux un cloporte (*fig.* 401) ou un talitre (*fig.* 144) et un crabe (*fig.* 402), par exemple, on sera porté au premier abord à les croire conformés d'après des types entièrement dissemblables ; mais une étude plus approfondie de leur structure fait voir que la composition de leur squelette tégumentaire est essentiellement la même, et que les différences tiennent presque entièrement à ce que la plupart des anneaux, complétement distincts et mobiles chez les cloportes, sont soudés entre eux chez les crabes, et à ce que certaines parties analogues ne présentent pas chez ces deux animaux les mêmes proportions. Ainsi, chez le cloporte (*fig.* 401) ou chez le talitre (*fig.* 144), on trouvera une tête distincte (*c*) suivie d'un thorax composé de sept anneaux semblables entre eux (t^1, t^7) et portant chacun une paire de pattes (*p*, *pp*) ; enfin, à la partie postérieure du corps, on verra un abdomen (*as*) formé également de sept segments, dont la grandeur diminue rapidement, mais dont la forme est à peu près la même que dans le thorax. Chez un crabe, au contraire (*fig.* 402), la tête n'est pas séparée du thorax et ne forme, avec toute cette partie moyenne du corps, qu'un seul tronçon recouvert par un grand bouclier solide, nommé *carapace ;*

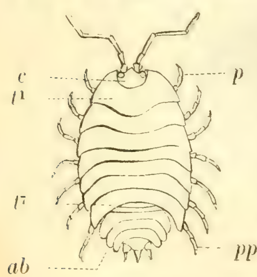


Fig. 401. *Cloporte.*



Fig. 402. *Crabe-Maïa.*

enfin l'abdomen échappe d'abord à l'œil, car il est reployé en dessous du thorax et n'offre que peu de volume ; cependant il est facile de démontrer que, chez le crabe comme chez le cloporte, il existe en arrière de la tête sept anneaux thoraciques bien reconnaissables, et que la carapace n'est pas un organe nouveau créé pour les premiers, mais seulement la portion dorsale de l'un des anneaux de la tête, qui a pris un développement extrême et a chevauché sur tous les anneaux voisins. Chez d'autres animaux de la même classe, la forme générale du corps s'éloigne encore davantage de celles dont nous venons de parler. Ainsi, les limnadies sont renfermées entre deux boucliers ovalaires, réunis comme les valves d'une huître, et c'est après avoir enlevé cette cuirasse mobile qu'on reconnaît la structure annulaire de leur corps (*fig.* 415) ; les cypris, qui abondent dans les eaux stagnantes, offrent une disposition analogue ; seulement les anneaux dont leur corps se compose sont encore plus difficiles à reconnaître. Enfin, nous citerons encore les lernées, qui, à l'âge adulte, offrent les formes les plus bizarres (*fig.* 130, 131) ; mais qui, dans la première période de leur existence, ont une structure annulaire bien régulière (*voy.* § 366). Cette étude comparative du squelette tégumentaire des crustacés

offre un grand intérêt pour l'anatomie philosophique, dont une des branches les plus importantes a trait aux modifications que la nature fait subir aux mêmes éléments organiques, pour les adapter à des usages variés et pour créer avec des matériaux analogues des instruments dissemblables ; mais les limites que nous avons assignées à ces leçons ne nous permettent pas de nous arrêter plus long-temps sur ce sujet.

§ 565. Les appendices latéraux des divers anneaux constitutifs du corps sont en général très-nombreux, et offrent aussi des différences considérables dans leur conformation et dans leurs usages, soit qu'on les considère dans les diverses parties d'un même individu, soit qu'on les compare chez des espèces distinctes. Ceux des

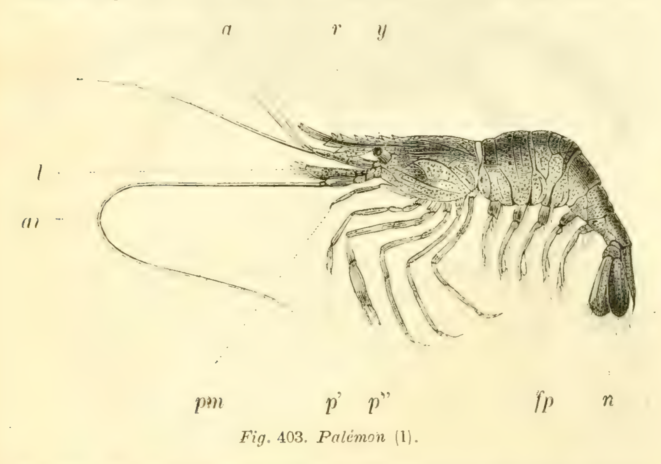


Fig. 403. *Palémon* (1).

premiers anneaux sont, en général, affectés aux fonctions de relation et portent les yeux ou constituent des antennes ; les suivants entourent la bouche et servent à la préhension ou à la division des aliments (*fig.* 120, 121) ; ceux de la portion moyenne du corps constituent des pattes pour la locomotion, et ceux qui sont placés plus en arrière ont des usages très-variables, mais servent, en général, soit à la respiration, soit à la reproduction ; enfin, cette longue série

(1) *a* antennes de la première paire ; — *ai* antennes de la seconde paire ou antennes inférieures ; — *l* appendice lamelleux qui en recouvre la base ; — *r* rostre ou prolongement frontal de la carapace ; — *y* yeux ; — *pm* patte-mâchoire externe ; — *p'* patte thoracique de la première paire ; — *p''* patte thoracique de la seconde paire ; — *fp* fausses pattes natatoires de l'abdomen ; — *n* nageoire caudale.

se termine ordinairement par une ou plusieurs paires de membres disposés pour servir de nageoires.

La tête, ou plutôt la portion céphalique du corps, porte les yeux, les antennes et les appendices buccaux : quelquefois elle est divisée en plusieurs anneaux distincts (chez les squilles, par exemple) (*fig.* 414) ; mais, en général, elle n'offre point de séparation semblable et n'est formée que d'un seul tronçon qui paraît représenter sept de ces anneaux confondus entre eux. Tantôt elle est mobile et distincte du thorax (*fig.* 400) ; tantôt, au contraire, soudée à cette seconde portion du corps, qui, à son tour, se compose d'anneaux articulés entre eux chez certaines espèces, soudés en une seule masse chez d'autres.

Les antennes sont presque toujours au nombre de deux paires, et constituent, en général, des espèces de cornes filiformes très-allongées. Les pattes naissent par paires des divers anneaux thoraciques ; souvent on en compte sept paires : chez les cloportes (*fig.* 401), les crevettes des ruisseaux et les talitres, par exemple ; mais, d'autres fois, comme cela se voit chez les crabes (*fig.* 402) et les écrevisses (*fig.* 120), leur nombre est réduit à cinq paires ; seulement les appendices qui, dans le premier cas, formaient les quatre pattes antérieures, sont affectés à d'autres usages et transformés en organes de mastication. Il existe aussi des différences très-grandes dans leur structure : chez quelques crustacés, elles sont toutes foliacées, membraneuses, et propres à la natation seulement (*fig.* 415) ; chez d'autres, elles ont la forme de petites colonnes coudées, articulées et disposées pour la marche seulement ; chez d'autres encore, tout en restant propres à ce dernier genre de locomotion, elles doivent servir en même temps comme autant de petites bêches pour fouir la terre, et alors elles sont élargies et lamellaires vers le bout (*fig.* 404) ; enfin, chez d'autres encore, elles se terminent en pince et deviennent alors des instruments de préhension en même temps qu'elles remplissent encore leurs fonctions ordinaires dans la locomotion (*fig.* 120, 121). Chez les crustacés nageurs, tels que les écrevisses, les langoustes (*fig.* 400), les palémons (*fig.* 403), etc.,

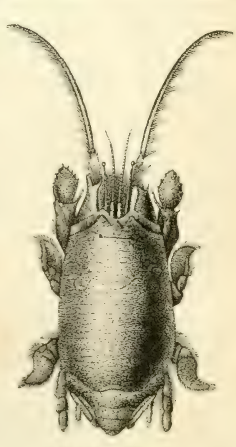


Fig. 404. *Hippe*

l'abdomen offre, en général, un développement considérable, et se termine par une large nageoire, de façon à devenir le principal agent locomoteur ; mais, chez ceux qui doivent marcher plus qu'ils ne nagent, il est, en général, très-petit et reployé sur le thorax : chez les crabes, par exemple, cette portion du corps est réduite presque à rien, et constitue l'espèce de tablier mobile qu'on aperçoit à la face inférieure du corps entre les pattes.

§ 566. Le système nerveux se compose d'une double série de ganglions situés sur la face ventrale du corps, près de la ligne médiane. En général, leur nombre correspond à celui des segments distincts dont le corps se compose ; et toujours ceux de la première paire sont logés dans la tête, au-devant de l'œsophage, où ils constituent une espèce de cerveau (*fig.* 405, *c*) ; mais la disposition des ganglions du thorax et de l'abdomen varie beaucoup : tantôt ils sont également espacés entre eux, et forment avec leurs cordons de communication une chaîne étendue d'un bout du corps à l'autre ; tantôt ils sont plus ou moins rapprochés entre eux, et quelquefois ils sont tous réunis en une seule masse, située vers le milieu du thorax (*fig.* 405, *t*). Il est à noter que cette centralisation du

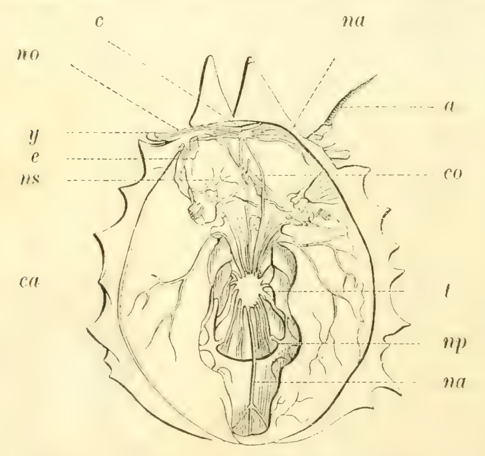


Fig. 405. *Système nerveux d'un Crabe, le Maïa* (1).

(1) *ca* carapace ouverte ; — *a* antennes extérieures ; — *y* yeux ; — *e* estomac ; — *c* cerveau ; — *no* nerfs optiques ; — *co* collier œsophagien ; — *ns* nerfs stomatogastriques ; — *t* masse ganglionaire thoracique ; — *np* nerfs des pattes ; — *na* nerf abdominal.

système nerveux devient de plus en plus complète à mesure que l'animal acquiert une organisation plus élevée. Du reste, les crustacés n'ont tous que des facultés très-bornées, et aucun d'entre eux ne présente beaucoup d'intérêt sous le rapport de ses mœurs. Les yeux sont conformés à peu près de même que chez les insectes. Quelquefois ils sont simples ; mais, en général, ils sont composés, et, chez tous les crustacés les plus parfaits, ces organes sont portés sur des pédoncules mobiles (*fig.* 406), disposition qui ne se voit dans

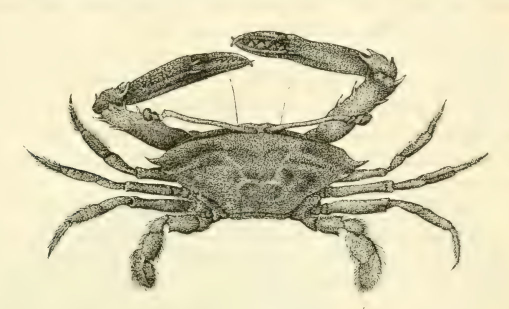


Fig. 406. *Podophthalme.*

aucune des autres divisions de l'embranchement des animaux articulés. Chez un grand nombre de crustacés, il existe aussi un appareil de l'ouïe, qui est situé à la base des antennes externes, et qui se compose d'une petite membrane semblable à un tympan (*fig.* 407), au-dessus de laquelle se trouve une espèce de vestibule rempli de liquide et renfermant la terminaison d'un nerf particulier. On ne sait rien de positif touchant l'odorat et le goût chez ces animaux.



Fig. 407 (1).

§ 567. La plupart des crustacés vivent de substances animales ; mais ils présentent de grandes différences dans leur régime : les

(1) Portion antérieure de la face inférieure du corps d'un crabe (le maïa) : — *ai* antennes internes ; — *a* antennes externes ; — *y* yeux ; — *o* organe auditif ; — *m* pattes-mâchoires ; — *b* bouche ; — *p* base des pattes antérieures ; — *r* ouverture afférente de la cavité respiratoire ; — *s* sternum.

uns ne se nourrissent que de matières liquides ; les autres se repaissent d'aliments solides, et on remarque dans la conformation de leur bouche des différences correspondantes. Chez les crustacés masticateurs, il existe au-devant de cette ouverture une lèvre courte et transversale, suivie d'une paire de mandibules, d'une lèvre inférieure, d'une ou deux paires de mâchoires proprement dites, et en général d'une ou de trois paires de mâchoires auxiliaires ou pattes-mâchoires, qui servent principalement à la préhension des aliments (voy. *fig.* 121). Chez les crustacés suceurs, au contraire, la bouche se prolonge en une espèce de bec ou de trompe, semblable à ce que nous avons déjà vu chez les insectes, dont les mœurs sont analogues. Dans l'intérieur de ce tube se trouvent des appendices grêles et pointus, qui font l'office de petites lancettes, et, de chaque côté, on voit d'ordinaire des organes analogues aux mâchoires auxiliaires des crustacés broyeurs, mais qui sont conformés pour servir à fixer l'animal sur sa proie.

§ 568. Le canal digestif s'étend de la tête à l'extrémité postérieure de l'abdomen, et se compose d'un œsophage très-court, d'un estomac grand (*e*, *fig.* 409) et en général armé intérieurement de dents puissantes, d'un intestin grêle et d'un rectum. Chez quelques crustacés, la bile est sécrétée par des vaisseaux biliaires assez semblables à ceux des insectes ; mais, en général, il existe un foie très-volumineux (*fo*), divisé en plusieurs lobes et composé d'une multitude de petits tubes terminés en cul-de-sac et groupés autour d'un canal excréteur ramifié, dont l'extrémité débouche de chaque côté dans l'intestin, près du pylore.

§ 569. On ne sait rien sur la manière dont le chyle passe de l'intestin dans l'appareil circulatoire. Le sang est incolore ou légèrement teint en bleu ou en lilas, et se coagule facilement. Ce liquide est mis en mouvement par un cœur situé sur la ligne médiane du dos (*c*, *fig.* 409) et composé d'une seule cavité. Sa forme varie, et ses contractions chassent le sang dans les artères, qui le distribuent à toutes les parties du corps. Les veines sont très-incomplètes et sont formées principalement par les lacunes que les divers organes laissent entre eux et que tapisse une couche mince de tissu cellulaire ; elles aboutissent à de vastes sinus situés près de la base des pattes (*s*, *fig.* 408), et de ces cavités le sang se rend aux organes respiratoires, puis revient au cœur par des canaux bien distincts nommés branchiocardiaques (*vb*).

§ 570. Les crustacés sont presque tous des animaux essentiellement aquatiques ; aussi leur respiration se fait-elle presque toujours à l'aide de branchies, et, lorsque ces organes manquent,

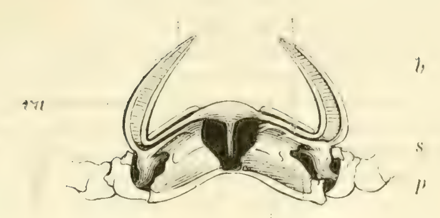


Fig. 408. Appareil circulatoire d'un Crabe (1).

fo e m ao t

f b c aa fl b'

Fig. 409. Anatomie du Crabe Tourteau (2).

(1) Coupe verticale du thorax d'un crustacé, montrant la marche suivie par le sang; — *c* cœur; — *s* sinus veineux; — *b* branchies; — *va* vaisseau qui porte le sang veineux aux branchies; — *ve* vaisseau qui reçoit le sang après son passage à travers le réseau capillaire des branchies, — *rb* vaisseaux branchio-cardiaques; — *f* voûte des flancs; — *st* sternum; — *ce* cellule des flancs; — *p* base des pattes.

(2) La majeure partie de la carapace a été enlevée : — *t* portion de la membrane cutanée qui tapisse la carapace; — *c* cœur; — *ao* artère ophthalmique, — *aa* artère abdominale; — *b* branchies dans leur position naturelle; — *b'* branchies renversées en dehors pour montrer leurs vaisseaux efférents; — *fl* voûte des flancs; — *f* appendice flabelliforme (ou *fouet*) des pattes-mâchoires; — *e* estomac; — *m* muscles de l'estomac; — *fo* foie.

c'est la peau de certaines parties du corps (le plus souvent des pattes) qui en tient lieu. Du reste, la disposition de l'appareil respiratoire varie beaucoup. Ainsi, chez les crabes, les écrevisses et tous les autres crustacés d'une organisation analogue, les branchies consistent en un nombre considérable de pyramides composées chacune d'une multitude de petits cylindres disposés comme les poils d'une brosse, ou de petites lamelles empilées les unes sur les autres comme les feuillets d'un livre. Ces organes sont fixés par leur extrémité au bord inférieur de la voûte des flancs (*fig.* 408 et 410), et sont renfermés dans deux grandes cavités situées sur

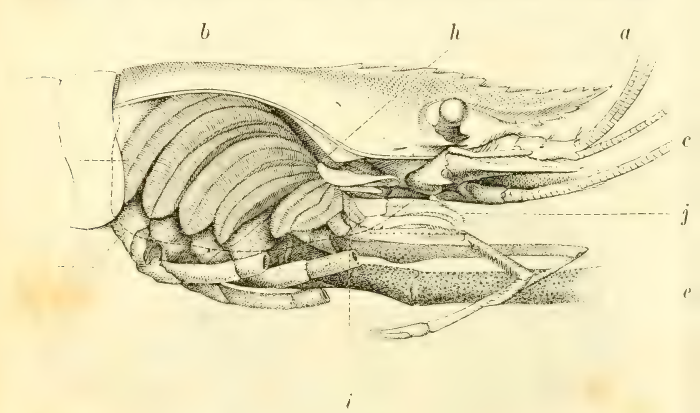


Fig. 410. *Appareil respiratoire d'un Palémon* (1).

les côtés du thorax et comprises entre la carapace et la voûte dont nous venons de parler, disposition qui ne se retrouve dans aucun autre animal de cette classe. La cavité respiratoire communique au dehors par deux ouvertures : l'une, servant à l'entrée de l'eau, est presque toujours située entre la base des pattes et le bord de la carapace (*r, fig.* 407) ; l'autre, destinée à la sortie de ce liquide, est placée sur les côtés de la bouche. Enfin le renouvellement de l'eau à la surface des branchies est déterminé par les mouvements d'une grande valvule située près de cette dernière ouverture et formée par un appendice lamelleux des mâchoires de la seconde

(1) *a* rostre ; — *b* carapace ; — *c* base des antennes ; — *d* base de l'abdomen ; — *e* base des pattes ; — *f* branchies ; — *g* ligne ponctuée indiquant le bord inférieur de la portion de la carapace qui recouvre les branchies et qui a été enlevée dans cette préparation ; — *h* canal efférent de la respiration ; — *i* valvule ; — *j* extrémité du canal efférent.

paire (*c*, *fig.* 121, et *i*, 410). Chez d'autres crustacés, les squilles, par exemple (*fig.* 411), les branchies ont la forme de panaches, et, au lieu d'être renfermées dans le thorax, flottent librement à l'extérieur, et sont fixées aux membres abdominaux; chez d'autres encore, tels que les crevettes des ruisseaux et les talitres, ce sont des vésicules membraneuses fixées à la base des pattes, sous le thorax, qui tiennent lieu de branchies; enfin, chez les crustacés isopodes, la respiration s'effectue à l'aide des fausses pattes abdominales qui sont devenues foliacées et membraneuses.

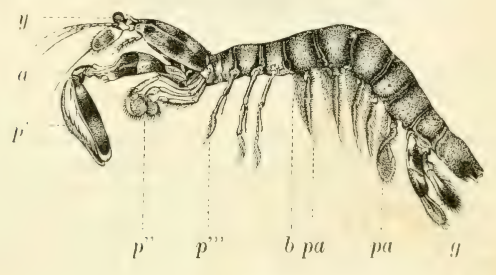


Fig. 411. *Squille* (1).

§ 571. Il existe un très-petit nombre de ces animaux qui vivent à l'air; mais ils font exception à ce que nous avons dit relativement aux différences de structure de l'appareil respiratoire chez les animaux aquatiques et terrestres, car, au lieu d'être pourvus de poumons ou de trachées, ils respirent par des branchies, comme les premiers; seulement ces organes sont disposés de manière à se maintenir dans un état d'humidité nécessaire à l'exercice de leurs fonctions. Les gécarcins ou crabes de terre (*fig.* 412) qu'on rencontre dans diverses régions du globe, mais qui abondent surtout aux Antilles, où on les connaît sous le nom de tourlouroux, nous offrent un exemple remarquable de cette anomalie. Au lieu de vivre dans l'eau, comme les crustacés ordinaires, ils sont terrestres, et, quoiqu'ils soient pourvus de branchies, quelques-uns d'entre eux s'asphyxient promptement par la submersion. Leur respiration est en effet trop active pour que la petite quantité d'oxygène dissoute dans l'eau puisse suffire à leurs besoins, tandis que dans l'air

(1) *y* yeux; — *a* antennes; — *p'* pattes de la première paire; — *p''* pattes des trois paires suivantes; — *p'''* pattes thoraciques des trois dernières paires; — *pa* fausses pattes abdominales; — *b* branchies; — *g* nageoire caudale.

ils trouvent ce gaz en abondance : et une disposition analogue à celle que nous avons déjà rencontrée chez quelques poissons (*fig.* 300) leur permet de rester hors de l'eau sans que leurs bran-



Fig. 412. *Gécarcin* ou *Crabe de terre.*

chies se dessèchent au point de devenir impropres à remplir leurs fonctions : tantôt il existe au fond de la cavité respiratoire une espèce d'auge destinée à servir de réservoir pour l'eau nécessaire au maintien de l'humidité autour des branchies ; d'autres fois on trouve à la voûte de cette cavité une membrane spongieuse qui paraît servir aux mêmes usages. La plupart de ces crabes de terre se tiennent d'ordinaire dans les bois humides, et s'y cachent dans des trous qu'ils creusent dans le sol ; mais les localités qu'ils préfèrent varient suivant les espèces : les unes vivent dans les terrains bas et marécageux qui avoisinent la mer ; d'autres se tiennent sur les collines boisées loin du littoral, et à certaines époques ces dernières quittent leur demeure habituelle pour gagner la mer.

Les cloportes (*fig.* 401) sont aussi des crustacés terrestres dont la respiration aérienne s'effectue à l'aide de lames foliacées qui sont situées sous l'abdomen, et qui, chez d'autres animaux conformés à peu près de la même manière, remplissent les fonctions de branchies.

§ 572. Les crustacés sont tous ovipares : la femelle se distingue en général du mâle par la forme plus élargie de son abdomen, et, après avoir pondu ses œufs, elle les porte pendant un certain temps suspendus sous cette partie du corps ou même renfermés dans une espèce de poche formée par des appendices appartenant aux pattes ; quelquefois les petits naissent dans cette poche et y restent jusqu'à ce qu'ils aient subi leur première mue. En général les jeunes n'éprouvent pas de véritables métamorphoses ; quelquefois cependant ils acquièrent par les progrès de l'âge un plus grand nombre de pattes, et il en est qui changent complétement de forme pendant

les premiers temps de la vie : les lernées nous ont déja offert un exemple de ces transformations (voy. *fig.* 130).

§ 574. La classe des crustacés peut se diviser en trois groupes principaux ou sous-classes, caractérisés par la conformation de la bouche, savoir :

1° Les Crustacés masticateurs, dont la bouche est armée de mâchoires et de mandibules propres à la mastication ;

2° Les Crustacés suceurs, dont la bouche est composée d'un bec tubulaire armé de suçoirs ;

3° Les Crustacés xyphosures, dont la bouche ne présente pas d'appendices qui lui appartiennent en propre, mais est entourée de pattes dont la base fait office de mâchoires.

§ 575. La sous-classe des Crustacés masticateurs comprend le plus grand nombre de ces animaux, et se compose de tous ceux dont l'organisation est la plus compliquée et la plus parfaite. Elle se subdivise en plusieurs ordres, dont les plus importants sont les décapodes, les stomapodes, les amphipodes, les isopodes, les branchiopodes et les entomostracés,

§ 576. L'ordre des Décapodes comprend les crabes, les écrevisses et tous les autres crustacés dont les branchies sont intérieures et dont les pattes sont au nombre de cinq paires. La tête et le thorax de ces animaux sont confondus en une seule masse que recouvre une grande carapace (*fig.* 413) : ce bouclier dorsal s'avance en général



Fig. 413. *Crabe-Tourteau.*

plus ou moins loin au-devant du front, descend de chaque côté jusqu'à la base des pattes et s'étend en arrière jusqu'à l'origine de

l'abdomen (*fig.* 400, 403). Il en résulte qu'en dessus on ne peut distinguer dans toute cette partie du corps aucune trace de division annulaire ; mais en dessous la plupart des anneaux, quoique soudés entre eux, sont encore reconnaissables et laissent dans leurs points de jonction des lignes de sutures plus ou moins distinctes. Les yeux sont toujours portés à l'extrémité d'une paire d'appendices mobiles qui naissent du premier segment de la tête ; quelquefois la longueur de leur pédoncule est très-considérable (*fig.* 406), et, en général, ils peuvent se reployer dans les cavités qui remplissent les fonctions d'orbites et qui sont formées par le bord antérieur de la carapace. Les organes de la locomotion sont également très-développés chez ces crustacés ; plusieurs courent avec une rapidité extrême, et d'autres nagent avec encore plus de vitesse. Leurs pattes, comme nous l'avons déjà dit, sont au nombre de cinq paires et sont fixées aux cinq derniers anneaux du thorax ; mais, en général, celles des quatre dernières paires seules servent à la locomotion, et celles de la première paire, terminées par une pince plus ou moins parfaite, deviennent des organes de préhension (*fig.* 413). Chez les décapodes les mieux conformés pour la nage (tels que les écrevisses, les homards, les langoustes et les palémons), le corps est allongé et l'abdomen se termine par une large nageoire transversale (*fig.* 400) ; tandis que chez ceux qui sont conformés pour courir, les crabes, par exemple, l'abdomen est très-court, ne présente pas de nageoire terminale, et se recourbe sous le thorax.

§ 577. Les Stomapodes ont également les yeux portés sur des pédoncules mobiles, le thorax recouvert en totalité ou en partie par une carapace, et les pattes cylindriques ; mais leurs branchies ne sont pas renfermées dans des cavités du thorax, et flottent sous l'abdomen ou manquent complétement. La squille (*fig.* 411), dont nous avons déjà parlé, appartient à cet ordre.

§ 578. Les Amphipodes n'ont pas les yeux pédonculés et manquent de carapace : leurs pattes, disposées à peu près comme dans les ordres précédents, sont au nombre de sept paires ; leur abdomen est très-développé, et leur respiration s'effectue à l'aide de vésicules membraneuses suspendues à la base des pattes. Les crevettes des ruisseaux et les talitres (*fig.* 144) nous offrent ces caractères.

§ 579. Les Isopodes ressemblent aux amphipodes par la conformation des yeux et des pattes, mais respirent au moyen d'appendices foliacés cachés sous l'abdomen. Les cloportes, les sphéromes, les anilocres (*fig.* 414), prennent place dans ce groupe.

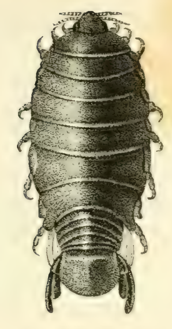




Fig. 414. *Anilocre.*

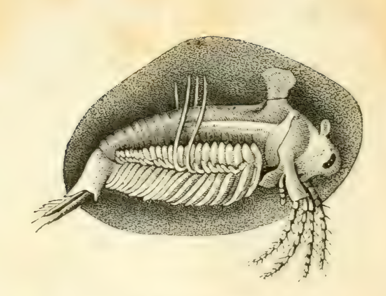


Fig. 415. *Limnadie* (1).

§ 580. Les Branchiopodes sont de petits crustacés dont les pattes ne peuvent plus servir à la marche, mais affectent la forme de lames foliacées, et constituent en même temps des organes de natation et de respiration. Tels sont : les limnadies, dont il a déjà été question (*fig.* 415) ; les apus, les branchippes, les daphnies, etc.

§ 581. Les Entomostracés sont aussi conformés pour la nage seulement ; mais leurs pattes rigides et biramées ne semblent pas être propres à tenir lieu de branchies, et c'est par la surface générale du corps que la respiration paraît s'effectuer. Les cyclops (*fig.* 416) font partie de ce groupe.

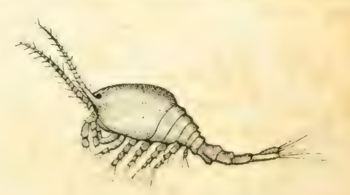


Fig. 416 *Cyclops.*

§ 582. Les Crustacés suceurs vivent en parasites sur d'autres animaux, et ont la bouche en forme de bec ou de trompe cylindrique renfermant des appendices styliformes propres à percer les téguments des animaux dont ils sucent les humeurs. La structure de ces animaux varie beaucoup, et la plupart éprouvent dans le jeune âge des métamorphoses considérables : quelques-uns peuvent toujours marcher ou nager ; mais d'autres, après s'être fixés sur leur proie, prennent un accroissement monstrueux qui les prive de la faculté de se mouvoir ; leurs membres deviennent rudimentaires, tandis que leur corps grossit beaucoup et prend souvent les formes les plus bizarres. Ils vivent en général sur des poissons.

(1) L'une des valves de la carapace a été enlevée.

Dans la classification naturelle des crustacés, les suceurs doivent être répartis en trois ordres distincts; mais ces petits êtres n'offrent pas assez d'intérêt pour que nous nous y arrêtions davantage, et nous nous bornerons à ajouter que la plupart de ceux qui vivent immobiles et sont dépourvus d'organes locomoteurs rentrent dans la division des LERNÉES (*fig.* 130); tandis que le groupe principal, formé par les suceurs pourvus de pattes natatoires, est celui des CALIGUES.


Fig. 417. *Limule.*

§ 583. La division des CRUSTACÉS XYPHOSURES ne se compose que d'un seul genre, celui des LIMULES (*fig.* 417), dont la structure est des plus anomales. Ce sont de grands crustacés dont le corps est divisé en deux parties : la première, recouverte par un grand bouclier demi-circulaire, porte les yeux, les antennes et six paires de pieds qui entourent la bouche et qui servent en même temps à la marche et à la mastication (voy. *fig.* 119, page 271) : la seconde portion du corps, recouverte par un autre bouclier presque triangulaire, porte en dessous cinq paires de pattes natatoires, dont la paire postérieure est garnie de branchies; et elle se termine par une longue queue styliforme. Ces singuliers animaux habitent l'océan Indien et les côtes d'Amérique : on les connaît sous le nom vulgaire de *crabes des Moluques.*

CLASSE DES CIRRHIPIDES.

§ 584. Les cirrhipides ou cirrhopodes sont des animaux qui ont en même temps de grands rapports avec les mollusques et avec les crustacés, mais qui se rapprochent davantage de ces derniers, et qui appartiennent à l'embranchement des animaux articulés. Dans les premiers temps de la vie, ces petits êtres, qui sont tous marins, nagent librement, et ressemblent extrêmement à certains crustacés inférieurs, tels que les jeunes cyclops (*fig.* 133); mais bientôt après ils se fixent pour toujours sur quelque corps sous-marin, et changent complétement de forme. C'est par le dos qu'ils

adhèrent ainsi, et leur corps, plus ou moins piriforme et recourbé sur lui-même, est renfermé en totalité ou en majeure partie dans une espèce de coquille composée de plusieurs pièces (*fig.* 418). Ils n'ont point d'yeux, et leur bouche est garnie de mandibules et de mâchoires ayant la plus grande ressemblance avec celle de certains crustacés ; la face abdominale de leur corps est occupée par deux rangées de lobes charnus portant chacun de longs appendices cornés garnis de cils et composés d'un grand nombre d'articles (*fig.* 419). Ces espèces de bras ou cirrhes, dont le nombre est de douze paires, sont recourbés sur eux-mêmes, et l'animal les fait constamment sortir et rentrer par l'ouverture de sa gaîne. A l'extrémité de cette série d'organes se trouve une espèce de queue ayant la forme d'un long tentacule charnu, à la base de laquelle se trouve l'anus. Leur système nerveux se compose d'une double chaîne de ganglions disposés exactement comme chez les autres animaux articulés. Ils ont un cœur logé dans la partie dorsale de leur corps, et ils respirent par des branchies dont la forme varie.

Les cirrhipides se divisent en deux familles : les *anatifes* et les *balanes*.

§ 585. Les Anatifes (*fig.* 418) sont renfermées dans une espèce de manteau comprimé, ouvert d'un côté et suspendu à un long pédoncule charnu : tantôt ce manteau est presque entièrement cartilagineux ; d'autres fois il est recouvert par cinq lames testacées, dont les deux principales ressemblent assez à celles d'une moule. L'*anatife commune* habite dans nos mers et se trouve fréquemment attachée aux rochers, à la quille des navires ou à des morceaux de bois flottants. Elle a été le sujet des fables les plus absurdes : quelque ressemblance grossière de sa coquille avec un oiseau a fait dire qu'elle donnait naissance à l'espèce d'oie qu'on nomme bernache.



Fig 418. *Anatife.*

§ 586. Les Balanes ou *glands de mer* abondent sur nos rochers et sont contenus en entier dans une espèce de coquille ordinairement conique et très-courte, qui est fixée par la base et qui se compose de plusieurs pans articulés entre eux : l'ouverture de ce tube est occupée par deux ou quatre valves mobiles, entre lesquelles se trouve une fente destinée à livrer passage aux cirrhes.

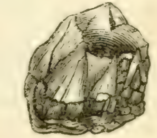


Fig. 419. *Balane*

SECONDE SÉRIE

DES ANIMAUX ANNELÉS.

LES VERS.

§ 587. Chez ces animaux, la division annulaire du corps devient de moins en moins marquée ; il n'existe point de membres articulés pour la locomotion ; le système nerveux perd de son importance, et l'organisation générale se simplifie de plus en plus à mesure que l'on descend de ceux qui ressemblent le plus aux animaux articulés proprement dits à ceux qui se rapprochent davantage des zoophytes. Ils sont, en général, remarquables par l'allongement considérable

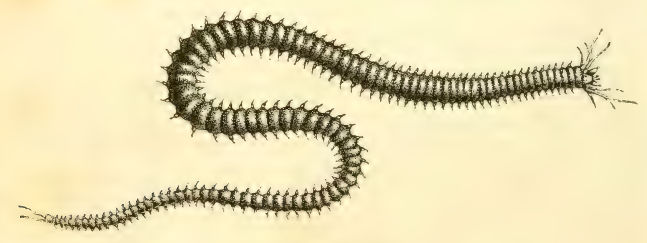


Fig. 420. *Néréide.*

de leur corps, et ils forment, comme nous l'avons déjà dit, trois classes ; savoir : les annélides, les infusoires rotateurs ou systolides, et les helminthes ou vers intestinaux.

CLASSE DES ANNÉLIDES.

§ 588. La classe des annélides se compose de vers qui sont pourvus d'un système nerveux multiganglionaire et d'un appareil vasculaire pour la circulation.

Le corps des annélides est toujours très-allongé, mou, et divisé par des repris circulaires en un grand nombre d'anneaux ; tantôt ils

ont une tête distincte ; d'autres fois ils en manquent, et, d'ordinaire, on leur voit, de chaque côté du corps, une longue série de faisceaux de soies portés sur des tubercules charnus et tenant lieu de pieds (*fig.* 420). Souvent il existe deux de ces organes placés l'un au-dessus de l'autre, de chaque côté des divers anneaux du corps (*fig.* 316); d'autres fois ces deux tubercules sétifères sont réunis, et presque toujours il existe à la base de chacun un long appendice mou et cylindrique, nommé *cirrhe* (*c*, *fig.* 421); quelquefois la place des pieds est indiquée seulement par quelques poils roides, et d'autres fois il n'existe sur tout le corps aucune trace de membres. Ces soies servent aux annélides pour ramper et leur fournissent aussi des armes pour leur défense ; car, en général, elles sont très-acérées et conformées de manière à s'implanter avec force dans les corps mous contre lesquels elles frappent. Chez les annélides dépourvus de soies, tels que les sangsues (*fig.* 150), il existe aux extrémités du corps des ventouses qui sont également des instruments de locomotion.

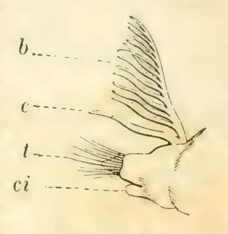


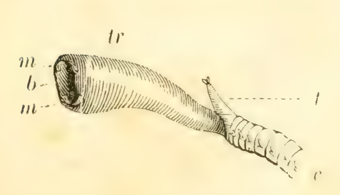
Fig. 421 (1).

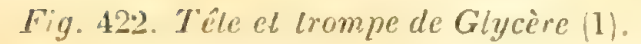
§ 589. Le système nerveux de ces animaux est peu développé, et consiste dans une chaîne simple ou double de très-petits ganglions étendus d'un bout du corps à l'autre. La plupart sont pourvus d'un certain nombre de petites taches qui paraissent être des yeux, et d'ordinaire leur tête est garnie de plusieurs filaments analogues aux cirrhes des pieds, et appelés antennes et cirrhes tentaculaires (*fig.* 423), qui paraissent être des organes de tact. La bouche occupe la face inférieure de la tête, ou l'extrémité antérieure du corps lorsqu'il n'y a pas de tête distincte ; elle est souvent armée d'une trompe protractile (*fig.* 422) et de mâchoires ayant la forme de crochets cornés. L'intestin est droit, tantôt simple, tantôt garni d'un nombre plus ou moins considérable de cœcums situés de chaque côté. Enfin, l'anus occupe l'extrémité postérieure du corps.

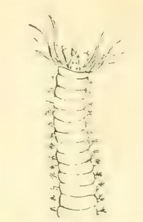
Le sang est presque toujours rouge ; quelquefois cependant il est vert, et d'autres fois encore à peine coloré. Ce liquide circule dans un système très-compliqué de vaisseaux, dont les uns sont contractiles et tiennent lieu de cœur, et d'autres remplissent les fonc-

(1) Patte d'un annélide du genre eunice : — *t* tubercule sétifère ; — *c* cirrhe dorsal ; — *ci* cirrhe inférieur ou ventral ; — *b* branchie.

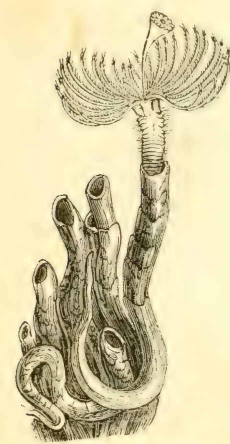
tions d'artères et de veines. Du reste, la disposition de cet appareil circulatoire varie d'un annélide à un autre.




Fig. 422. *Tête et trompe de Glycère* (1).


Fig. 423. *Tête*, etc., *d'une Néréide.*

La respiration de ces animaux est quelquefois aérienne, mais en général aquatique, et, dans ce dernier cas, elle s'opère ordinairement au moyen de branchies extérieures, dont la forme et la disposition varient beaucoup : tantôt ces organes ressemblent à des feuilles ou à des arbuscules, et sont fixés au-dessus des pattes, de chaque côté du dos, comme chez l'arénicole (*fig.* 46) ; tantôt ils ont l'aspect de panaches et sont réunis en couronne autour de l'extrémité antérieure du corps, disposition dont les serpules (*fig.* 424) nous offrent un exemple.


Fig. 424. *Groupe de Serpules.*

§ 590. La plupart des annélides habitent dans la mer, et plusieurs de ces animaux s'y construisent pour demeure un long tube, formé tantôt de matières calcaires sécrétées par la peau de l'animal (*fig.* 424), tantôt de sable ou de fragments de coquilles agglutinés par une substance gélatineuse ; plusieurs s'enfouissent profondément dans le sable, l'arénicole, par exemple (*fig.* 46) ; d'autres se cachent sous les pierres. Il est aussi des annélides d'eau douce : des sangsues qui se font remarquer par les ventouses dont les deux extrémités de leur corps sont garnies, vivent dans les ruisseaux ; et il en est de même des naïs, qui ressemblent davantage aux vers de terre ; enfin, ces derniers, que les zoologistes désignent sous le nom de *lombrics*, sont des animaux terrestres.

(1) *c* portion antérieure du corps ; — *t* tête ; — *tr* trompe ; — *b* ouverture buccale ; — *m* mâchoires.

CLASSE DES INFUSOIRES ROTATEURS OU SYSTOLIDES.

§ 591. Ces êtres, que l'on confond souvent, mais à tort, avec les animalcules infusoires proprement dits, sont d'une petitesse telle, qu'avant la découverte du microscope leur existence n'était même pas soupçonnée ; et néanmoins leur structure paraît être presque aussi compliquée que celle des annélides. Tant que les instruments à l'aide desquels on les observait ne les faisaient paraître qu'une centaine de fois plus gros qu'ils ne le sont réellement, on n'a pu apercevoir dans leur intérieur aucun organe distinct, et pendant fort long-temps on les a cités comme des exemples d'êtres composés seulement d'une sorte de gelée animée et se nourrissant par imbibition. Mais les recherches de quelques naturalistes modernes, et surtout d'un professeur de Berlin, M. Ehrenberg, ont fait voir combien on s'était trompé à l'égard de ces animalcules ; et aujourd'hui ce n'est pas leur simplicité de structure qui nous étonne, mais bien la complication de leur organisation toute microscopique.

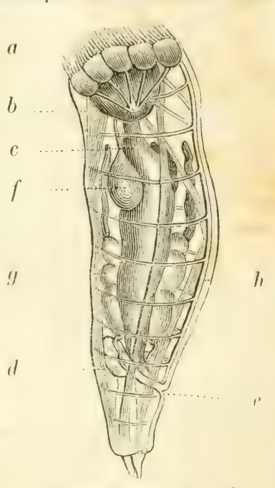


Fig. 425. *Hydatine* (1).

Ces animalcules se rencontrent dans les eaux stagnantes. Leur corps est semi-transparent et présente des traces assez distinctes de divisions annulaires. La bouche en occupe l'extrémité antérieure, et, de chaque côté ou même tout autour de cet orifice, se voient, en général, des cils vibratiles, dont les mouvements rotateurs sont très-remarquables. Presque toujours l'arrière-bouche est garnie de muscles puissants et armés de mâchoires latérales. Le canal digestif est droit : il s'étend d'un bout du corps à l'autre et présente d'ordinaire, vers le milieu, un renflement qui constitue l'estomac de ces

(1) Anatomie de l'hydatine, animalcule microscopique, voisin du rotifère : — *a* cils vibratiles ; — *b* masse charnue qui entoure la bouche et met en mouvement les mâchoires ; — *c* estomac ; — *d* cloaque ; — *e* anus ; — *f* glandes salivaires ; — *g* ovaires ; — *h* muscles.

petits êtres ; souvent on voit, de chaque côté de ce tube, des corps d'apparence glandulaire, et, à son extrémité postérieure, une sorte de cloaque dans lequel viennent déboucher les oviductes. On a découvert aussi dans ces animalcules un grand nombre de muscles, et même un système nerveux ganglionaire.

§ 592. Les ROTIFÈRES (*fig.* 152), dont une espèce est devenue célèbre par les expériences de Spallanzani sur la suspension de la vie qu'entraîne le desséchement, peuvent être pris pour type de cette classe. Leur corps est allongé et se termine antérieurement par deux petites couronnes de cils qui, au gré de l'animal, rentrent dans l'intérieur ou se déploient en dehors, et qui, par leurs vibrations, produisent l'image de deux petites roues tournant avec rapidité sur leur axe. Une queue bifurquée et articulée les termine en arrière et leur sert pour se fixer aux corps sur lesquels ils veulent reposer ; enfin, on leur remarque encore deux petits points rouges qui paraissent être des yeux. Ces animalcules nagent avec une vivacité extrême et pondent des œufs ovalaires.

§ 593. D'autres animalcules, auxquels on a donné le nom de BRACHIONS, ressemblent aux rotifères par le mode général de leur organisation, mais méritent d'être signalés à raison de l'espèce de carapace dont leur corps est recouvert. Chez plusieurs de ces petits êtres, le test est même bivalve et rappelle tout à fait celui de certains crustacés, tels que les cypris et les daphnies.

§ 594. Enfin, on doit rapprocher aussi de ces infusoires rotateurs les tardigrades, qui sont dépourvus de cils vibratiles autour de la bouche, et qui ont un système nerveux très-semblable à celui des animaux articulés. Il est à noter qu'ils possèdent aussi, comme les rotifères, la faculté de revenir à la vie après avoir été desséchés et morts en apparence pendant un temps très-considérable.

CLASSE DES HELMINTHES.

§ 595. Cette division comprend les vers intestinaux et les autres animaux inférieurs d'une organisation analogue. Quelques naturalistes, à l'exemple de Cuvier, les rangent dans l'embranchement des animaux rayonnés ou zoophytes ; mais ils n'offrent rien de radiaire dans leur structure et se lient de la manière la plus naturelle aux annélides. La plupart de ces êtres singuliers ne peuvent vivre que dans l'intérieur d'autres animaux, et se logent dans la substance du foie, dans les yeux, dans le tissu cellulaire, dans les muscles,

et même dans le cerveau, aussi bien que dans le canal digestif. On sait qu'ils se multiplient au moyen d'œufs, ou même qu'ils donnent quelquefois naissance à des petits vivants ; mais on ne comprend pas bien comment ils peuvent se transmettre d'un animal à un autre, ni comment ils peuvent pénétrer dans la profondeur des organes dans l'intérieur desquels ils se développent. Presque tous ont une grande analogie avec les lombrics terrestres ou avec les sangsues ; mais ils se distinguent des annélides par l'absence d'une chaîne de ganglions nerveux ; leur sang n'est pas rouge, et ils n'ont pas de membres sétifères comme la plupart des premiers. En général, leur corps est très-allongé et cylindrique ou déprimé, et présente des traces plus ou moins distinctes de divisions annulaires (*fig.* 153) ; on ne leur voit rien qui ressemble aux couronnes de cils vibratiles dont sont pourvus les animalcules que nous venons de décrire ; mais leur bouche est souvent garnie de crochets ou conformée en manière de ventouse. Plusieurs présentent des vaisseaux bien distincts, et chez quelques-uns on trouve des vestiges d'un système nerveux ; mais il n'en est pas qui paraissent pourvus d'organes spéciaux pour la respiration.

Nous citerons comme exemples de ce groupe les linguatules, les ascarides, les strongles, les douves et les tænias.

§ 596. Les linguatules (*fig.* 153) ont le corps déprimé, atténué postérieurement et fortement annelé ; leur bouche est armée de crochets, leur canal alimentaire étendu d'un bout du corps à l'autre ; ils ont un système nerveux composé d'un seul ganglion et de deux longs cordons ; enfin on leur trouve encore d'autres organes d'une structure compliquée. On les rencontre souvent dans les sinus frontaux du cheval et du chien.

§ 597. Les ascarides et les strongles ont le corps cylindrique et atténué aux deux bouts ; on ne leur voit pas de divisions annulaires, mais leur structure intérieure ne diffère que peu de celle des vers dont nous venons de parler.

Les douves se rapprochent davantage des sangsues : leur corps est aplati et garni de ventouses, à l'aide desquelles elles se fixent pour sucer ; leur canal digestif se ramifie plus ou moins, et leur organisation, en général, offre moins de complication que chez les annélides. Du reste, elles ont une grande analogie de structure avec d'autres vers qui habitent les eaux douces ou salées, et qui sont désignés par les naturalistes sous le nom de *planaires*.

Les tænias ou *vers solitaires* ressemblent assez à un long ruban

plissé en travers; ils ont le corps aplati, très-allongé et divisé en un grand nombre d'articles qui renferment chacun un ovaire, et présent un ou deux pores; le canal intestinal paraît être remplacé par deux vaisseaux longitudinaux qui communiquent au dehors par ces orifices latéraux, et la tête ne présente pas de bouche bien distincte.

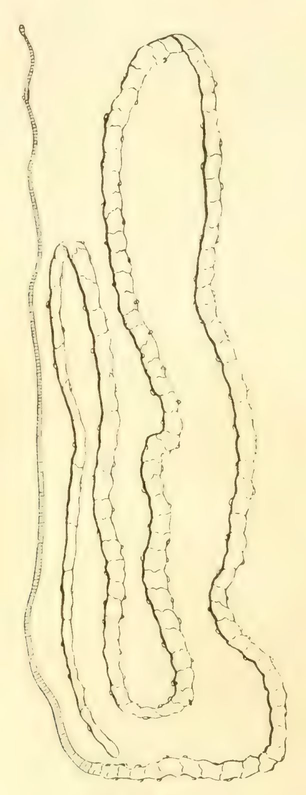


Fig 426. *Tænia.*

EMBRANCHEMENT DES MOLLUSQUES
OU MALACOZOAIRES.

§ 598. L'embranchement des mollusques se compose, comme nous l'avons déjà dit, d'un nombre considérable d'animaux dépourvus d'un système cérébro-spinal et d'un squelette intérieur, comme les animaux articulés, mais n'ayant pas, comme ceux-ci, le corps divisé en anneaux, ni les ganglions réunis en une longue chaîne médiane à la face ventrale du corps. Ils se distinguent aussi des zoophytes par la disposition paire de leurs organes de relation, et ont en général la bouche et l'anus plus ou moins rapprochés l'un de l'autre. Du reste, ils diffèrent beaucoup entre eux, et se divisent en deux séries principales, savoir : les mollusques proprement dits, et les molluscoïdes ou tuniciens.

SOUS-EMBRANCHEMENT
DES MOLLUSQUES
PROPREMENT DITS.

§ 599. Dans ce groupe, le système nerveux se compose toujours de plusieurs ganglions réunis par des cordons médullaires, de façon à former une sorte de collier plus ou moins serré autour de l'œsophage, mais à ne pas se prolonger postérieurement en manière de chaîne sous-intestinale, comme chez les animaux annelés.

La forme générale de ces mollusques est extrêmement variable. Leur corps est toujours mou, et ce n'est même que chez un très-petit nombre d'entre eux (la seiche, par exemple) qu'il existe à l'intérieur quelques pièces solides non articulées et servant à protéger les viscères plutôt qu'à fournir à l'appareil locomoteur des leviers et des points d'appui. Les muscles se fixent directement aux téguments, et n'agissent guère que sur le point même où ils s'insèrent ; aussi les mouvements ne sont-ils que lents et en général mal déterminés. Chez un petit nombre de ces êtres (les poulpes, etc.), il existe des appendices flexibles et allongés destinés à la locomotion (*fig.* 159, page 305) ; mais, dans la plupart des cas, l'animal ne peut se déplacer que par les contractions successives des divers points de la surface inférieure de son corps, et, lors même qu'il existe des membres, ces organes sont réunis en groupe à l'une des extrémités du corps, et jamais disposés en séries symétriques comme chez les animaux vertébrés et articulés.

La peau des mollusques, toujours molle et visqueuse, forme souvent des replis qui enveloppent plus ou moins complétement le corps, et cette disposition a fait donner le nom de *manteau* à la portion de tégument qui fournit d'ordinaire ces expansions. Souvent ce manteau est presque entièrement libre, et constitue deux grandes voiles qui cachent tout le reste de l'animal, ou bien ces deux lames se réunissent de manière à former un tube ; mais d'autres fois il ne consiste qu'en une espèce de disque dorsal dont les bords seuls sont libres ou entourent plus exactement le corps sous la forme d'un sac.

§ 600. En général, cette peau molle est protégée par une espèce de cuirasse pierreuse nommée *coquille*. C'est une sécrétion ayant quelque analogie avec celle de l'épiderme qui produit cette enveloppe. Les follicules, logés d'ordinaire dans les bords du manteau, déposent à sa surface une matière semi-cornée mêlée à une proportion plus ou moins forte de carbonate calcaire qui se moule sur les parties sous-jacentes, et se solidifie. La lame ainsi formée s'épaissit et s'accroît par le dépôt successif de matières nouvelles. Sa superficie n'est pas pierreuse, mais ressemble à une espèce d'épiderme, et porte le nom de *drap marin*. Quelquefois elle conserve une consistance cornée dans toute son épaisseur ; en général cependant la proportion de carbonate de chaux qu'elle renferme augmente rapidement et lui donne une dureté pierreuse. Souvent sa surface interne est même plus dense que le reste, et présente une structure particulière qui la rend vitreuse ou chatoyante et nacrée. Quelquefois la coquille reste toujours renfermée dans l'épaisseur de la peau des mollusques ; mais, en général, elle est extérieure, et dépasse même les bords du manteau, de façon à fournir à l'animal un abri parfait. On donne communément le nom de *mollusques nus* à ceux qui sont dépourvus de coquilles ou qui n'ont qu'une coquille intérieure, et le nom de *conchifères* à ceux dont la coquille est visible au dehors.

La manière dont la coquille s'accroît est facile à comprendre. Si on examine une coquille d'huître, par exemple, on voit qu'elle se compose d'une multitude de lames superposées dont on peut même déterminer la séparation à l'aide de la chaleur. Ces lames ont été formées successivement par le manteau de l'animal, qu'elles recouvrent, et par conséquent c'est la plus extérieure qui doit être la plus ancienne ; c'est elle aussi qui est la plus petite, et chaque nouvelle lame qui vient s'y ajouter dépasse la lame située au-dessus, de façon que la coquille, en même temps qu'elle augmente d'épaisseur, s'élargit rapidement. En général, la distinction

des lames composantes est moins marquée, et souvent les matières nouvelles se déposent sur le bord de la coquille seulement et de manière à ce que leurs molécules correspondent exactement aux molécules de la partie déjà consolidée ; ce qui donne au tout une structure fibreuse.

Les couleurs les plus variées et les plus agréablement disposées ornent les coquilles, et varient souvent avec l'âge. Presque toujours elles sont tout à fait superficielles et semblent dépendre d'une sorte de teinture opérée par la peau de l'animal, qui est peint d'une manière correspondante à celle de son enveloppe. La matière colorante paraît être déposée sur la coquille au moment de sa formation ; aussi est-elle d'autant plus vive que cette dernière est plus jeune. C'est le bord du manteau qui la produit. En effet, si une coquille vient à être cassée et que l'animal parvienne à réparer cet accident, la partie nouvellement formée est toujours blanche lorsqu'elle n'a pas été en contact avec le bord du manteau ; et si elle correspond à ce bord, on la voit prendre la couleur que celui-ci présente dans le point qu'elle touche. Ainsi, lorsque ce bord est tacheté, il en résulte, sur le bord de la coquille, des taches correspondantes ; et, à mesure que celui-ci s'allonge, ces taches se confondent avec celles précédemment formées, et produisent des lignes perpendiculaires aux stries d'accroissement, ou bien ne se joignent pas à celles-ci et restent isolées, suivant que le manteau demeure immobile et conserve avec le pourtour de la coquille les mêmes rapports, ou bien que par les mouvements de l'animal il change souvent de position. Quelquefois la sécrétion de la matière colorante varie aussi avec l'âge, et des circonstances accidentelles peuvent également la modifier. La lumière, par exemple, exerce sur ce phénomène une influence très-remarquable, et non-seulement les coquilles les plus exposées à l'action de cet agent physique sont d'ordinaire les plus vivement colorées ; mais, lorsqu'un mollusque vit fixé sur un rocher ou en partie caché sous une éponge ou quelque autre corps opaque, la portion de la coquille ainsi placée dans l'obscurité est toujours plus pâle et plus terne que celle exposée au contact des rayons solaires.

§ 601. L'appareil digestif de ces animaux est très-développé. Il existe toujours un foie volumineux, et souvent on trouve aussi des glandes salivaires et des organes de mastication ; mais les intestins ne sont jamais retenus à l'aide d'un mésentère. Leur sang est incolore ou légèrement bleuâtre, et circule dans un appareil vasculaire très-compliqué, composé d'artères et de veines. Un cœur, formé d'un ventricule (*v*) et d'une ou deux oreillettes (*o*), se trouve sur le tra-

jet du sang artériel, et envoie ce liquide dans toutes les parties du corps, d'où il revient à l'organe de la respiration. Quelquefois on rencontre aussi, à la base des vaisseaux qui pénètrent dans ce dernier appareil, des réservoirs veineux nommés *cœurs pulmonaires*.

Quant à la disposition des organes de la respiration, elle varie trop pour que nous puissions en parler ici. Nous dirons seulement que tantôt ils ont la forme de poumons, d'autres fois celle de branchies.

§ 602. Nous ne pouvons dire non plus rien de général sur la structure des organes des sens, qui, du reste, sont toujours moins complets que chez les animaux vertébrés. Certains mollusques ne paraissent doués que du sens du toucher et du sens du goût ; mais chez un grand nombre on trouve des yeux, dont la structure varie, et, chez quelques-uns de ces animaux, il existe même un appareil de l'ouïe ; mais on n'en connaît pas qui soit pourvu d'un organe particulier pour l'odorat.

Les mollusques naissent d'œufs et ne se multiplient jamais par bourgeons, comme cela a lieu pour la plupart des molluscoïdes ; mais tantôt ces œufs éclosent au dehors, tantôt dans l'intérieur du corps de leur mère, et alors les petits naissent vivants. Dans tous les cas, ces animaux viennent au jour ayant déjà à peu près la forme qu'ils doivent conserver, et n'éprouvent pas de métamorphoses.

§ 603. Le sous-embranchement des mollusques proprement dits se compose, comme nous l'avons déjà vu, de quatre groupes principaux ou classes, auxquelles on a donné les noms de *céphalopodes*, de *gastéropodes*, de *ptéropodes* et d'*acéphales*. Nous allons en faire connaître les caractères les plus saillants.

CLASSE DES CÉPHALOPODES.

§ 604. Cette classe se compose de mollusques dont la forme est très-bizarre ; car leur tête est placée entre le tronc et les pieds ou tentacules servant à la locomotion, et, lorsqu'ils marchent, c'est le corps en haut et la tête en bas qu'ils se traînent sur le sol (*fig.* 195). En effet, c'est sur la tête, autour de la bouche, que s'insèrent leurs pieds, et c'est de là que leur vient le nom de *céphalopodes*.

Le tronc de ces animaux est recouvert par le manteau, qui a la forme d'un sac, tantôt presque sphérique, tantôt plus ou moins allongé, qui renferme tous les viscères et qui est ouvert en avant seulement (*fig.* 398, *o*). La tête sort de cette ouverture : elle est ronde et pourvue, en général, de deux gros yeux (*fig.* 8) d'une

structure très-analogue à celle des yeux des animaux vertébrés. La bouche en occupe le milieu ; elle est armée de deux mâchoires. Enfin, autour de cette ouverture, se trouve une couronne d'appendices flexibles et charnus (*fig.* 427), qui sont désignés indifféremment sous les noms de pieds ou de bras, et qui méritent également bien ces dénominations, car ils servent en même temps d'organes de préhension et de locomotion.

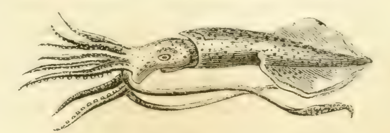


Fig. 427. *Calmar commun.*

§ 605. Les céphalopodes sont des animaux essentiellement aquatiques, et, par conséquent, c'est à l'aide de branchies qu'ils respirent. Ces organes se trouvent cachés dans le manteau, sous une cavité particulière (*fig.* 428), dont les parois se dilatent et se con-

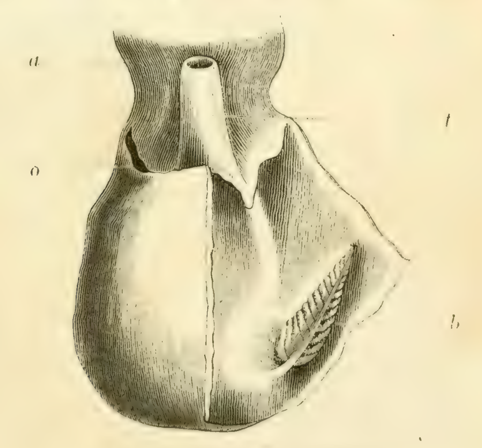


Fig. 428. *Branchies du Poulpe* (1).

(1) Corps d'un poulpe vu par la face inférieure (le manteau est fendu sur la ligne médiane, et, d'un côté, rejeté en dehors pour montrer l'intérieur de la cavité respiratoire) : — *a* base de la tête ; — *t* le tube par lequel l'eau sort de la cavité respiratoire ; — *o* l'une des deux ouvertures latérales par lesquelles l'eau pénètre dans cette cavité ; — *b* l'une des branchies.

tractent alternativement, et dont l'intérieur communique avec le dehors par deux ouvertures : l'une (*o*), en façon de fente, servant à l'entrée de l'eau ; l'autre, prolongée en tube ou entonnoir (*t*), et servant à la sortie de l'eau et des excréments. Chaque branchie (*b*) a la forme d'une pyramide allongée, et se compose d'un grand nombre de lamelles membraneuses, placées transversalement et fixées des deux côtés d'une tige médiane. Le nombre des branchies varie, et cette différence est caractéristique des deux grandes divisions naturelles dont cette classe se compose. Chez les poulpes, les seiches et les calmars, il n'en existe qu'une seule paire ; mais chez les nautiles on en trouve deux paires.

§ 606. Le cœur est situé entre les branchies, sur la ligne médiane du corps, et n'est formé que par un seul ventricule (*c*, *fig.* 429) ; le

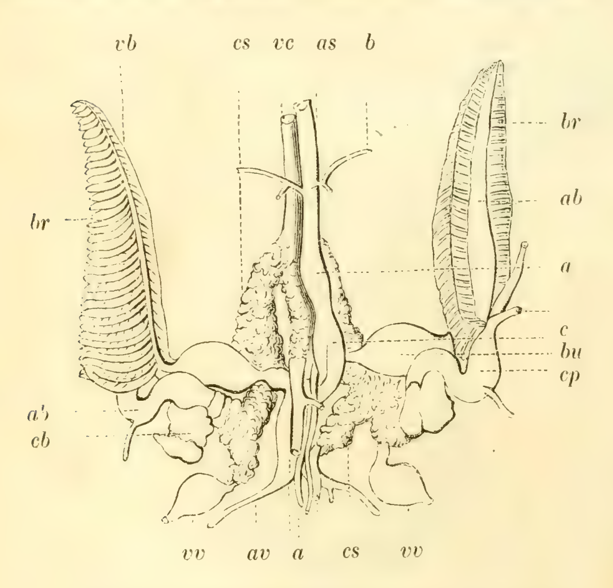


Fig. 429. *Organes de la circulation et de la respiration* (1).

(1) *c* le cœur aortique, dont l'extrémité supérieure se continue avec l'aorte supérieure, qui distribue le sang à la tête, etc. ; — *b* des branches de ce vaisseau ; — *a* l'aorte inférieure, qui présente un bulbe à son origine, et se divise bientôt en deux branches (*vr*) ; — *vc* veine cave, dont les parois sont recouvertes par des corps spongieux (*cs*) ; — *vv* veines des viscères allant déboucher dans les deux branches

sang y arrive des branchies par des veines branchiales (*vb*) dont les ouvertures sont garnies de valvules, et pénètre ensuite dans les artères qui naissent de cet organe et qui se distribuent dans le corps. Ce liquide revient ensuite dans une grosse veine cave qui, parvenue auprès du cœur, se divise en deux branches pour se rendre aux branchies ; enfin, ces derniers vaisseaux, parvenus à la base des organes respiratoires, présentent, en général, une dilatation remarquable et se garnissent de fibres musculaires, de façon à constituer deux réservoirs contractiles faisant les fonctions de cœurs pulmonaires (*cp*). Cette disposition se remarque chez tous les céphalopodes à deux branchies, mais n'existe pas chez ceux qui sont pourvus de quatre branchies.

§ 607. L'appareil de la digestion est très-compliqué. La bouche est entourée d'une lèvre circulaire et armée de deux mandibules verticales, qui ressemblent beaucoup à un bec de perroquet et qui sont mises en mouvement par des muscles puissants. Il existe des glandes salivaires très-développées, plusieurs estomacs et un foie volumineux ; l'intestin va déboucher dans la cavité branchiale, à la base de l'entonnoir par lequel l'eau est expirée, et communique avec un organe sécréteur très-singulier qui, chez les céphalopodes à deux branchies, produit en abondance une liqueur noirâtre, à laquelle on a donné le nom d'*encre;* le conduit excréteur de cette glande s'ouvre près de l'anus, et, lorsque cet animal est en danger, il lance au dehors, par l'entonnoir, ce liquide en quantité assez grande pour teindre l'eau qui l'entoure et pour se cacher ainsi à la vue de ses ennemis. C'est l'encre d'un de ces céphalopodes, la *seiche*, qui est employée en peinture sous le nom de *sépia*, et plusieurs auteurs pensent que l'encre de Chine est une substance analogue (1). Les céphalopodes tétrabranchiaux ne présentent rien de semblable.

§ 608. Nous avons dit plus haut que les mollusques ne présentent pas dans l'intérieur de leur corps une charpente solide articulée et comparable au squelette des animaux vertébrés. Chez les céphalopodes, cependant, on retrouve encore des vestiges de quelque chose d'analogue ; car il existe dans la tête un cartilage qui non-seulement protége le cerveau, mais aussi s'élargit dans diverses

de la veine cave ; — *cp* sinus veineux ou cœurs branchiaux ; — *s* renflement de la base des artères branchiales ; — *br* branchies ; — *ab* artère branchiale ; — *vb* veine branchiale ; — *bu* bulbe des veines branchiales, situé près de la terminaison de ces vaisseaux dans le cœur.

(1) Il paraîtrait cependant que la matière ordinairement employée pour la fabrication de l'encre de Chine n'est autre chose que le charbon très-divisé.

directions, pour fournir des points d'insertion aux principaux muscles de l'animal. Il est aussi à noter que l'abdomen de ces animaux est, en général, soutenu par une sorte de coquille interne qui, chez les calmars, est cornée ; mais qui, chez les seiches, est de nature calcaire et est appelée l'*os* de ces animaux.

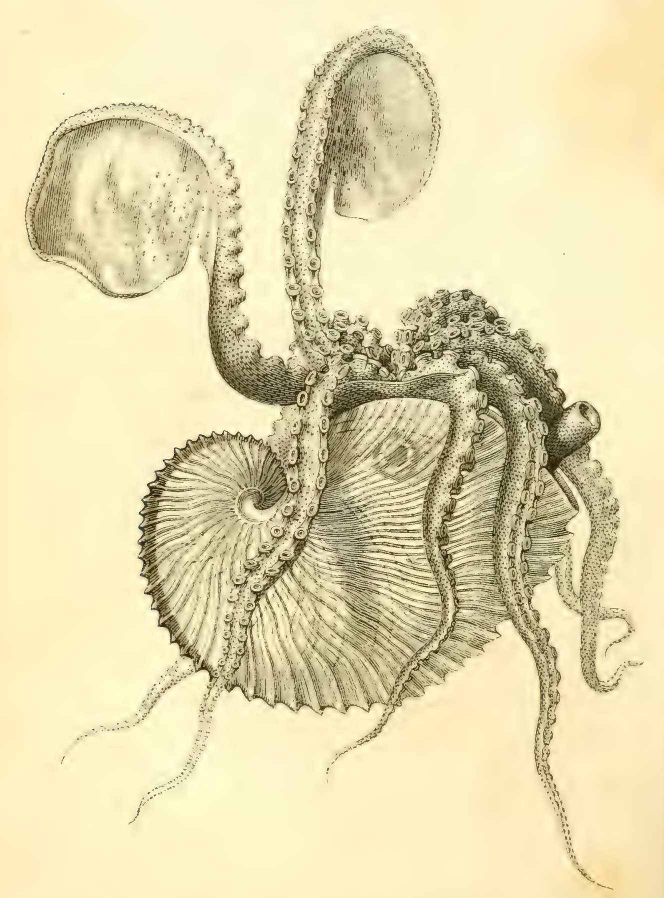


Fig. 430. *Argonaute* (dans sa coquille).

§ 609. La disposition des organes de la locomotion et de la préhension fixés autour de la bouche varie chez ces mollusques. Chez les céphalopodes dibranchiaux, il existe une couronne de gros tentacules charnus, dont la surface interne est garnie de suçoirs ou ventouses, à l'aide desquels ils se fixent avec beaucoup de force aux corps qu'ils embrassent (voyez *fig.* 159, page 305) Chez les poulpes on compte huit de ces appendices, et chez les seiches dix : quelquefois deux d'entre eux s'élargissent en forme de rames ou de voiles membraneuses, comme chez l'argonaute (*fig.* 430), ou s'allongent de façon à devenir filiformes, comme dans les calmars (*fig.* 427) et surtout dans les calmarets (*fig.* 8). Chez les céphalopodes tétrabranchiaux, ces appendices sont tous grêles et dépourvus de suçoirs, mais extrêmement nombreux (*fig.* 431).

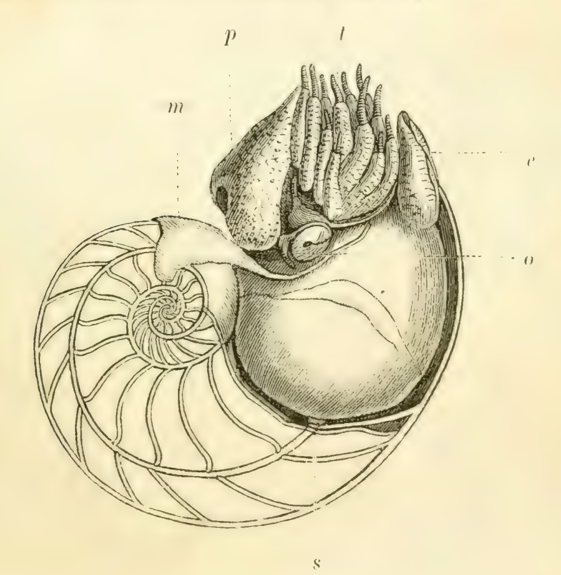


Fig. 431. *Nautile* (1).

§ 610. La plupart des mollusques de cette classe sont remarquables par le développement et la perfection de leurs yeux, qui res-

(1) Dans cette figure on a représenté la coquille ouverte : — *t* les tentacules ; — *e* l'entonnoir ; — *p* le pied ; — *m* portion du manteau ; — *o* œil ; — *s* siphon.

semblent extrêmement à ceux des animaux vertébrés. Plusieurs possèdent aussi un appareil auditif, mais cet organe se trouve réduit à un petit sac membraneux représentant le vestibule et recevant un nerf. Enfin, le système nerveux de ces animaux est plus compliqué que celui des autres mollusques, et les divers ganglions

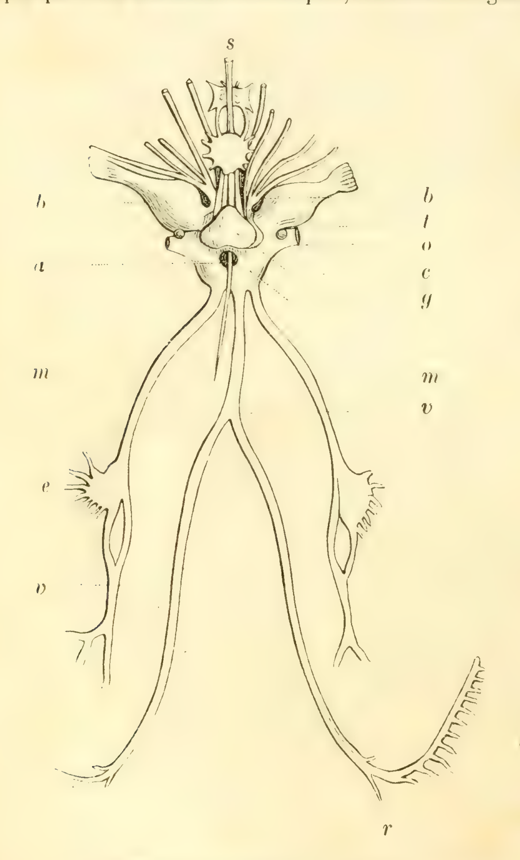


Fig. 432. Système nerveux de la Seiche (1).

(1) *a* le collier nerveux qui embrasse l'œsophage, dont le trajet est indiqué par une soie (*s*) ; — *c* la masse nerveuse, située au-devant de l'œsophage et nommée

groupés autour de l'œsophage tendent davantage à se confondre en une seule masse. Le collier médullaire ainsi formé se compose d'une paire de ganglions céphaliques, d'où naissent les nerfs optiques, etc.; d'une paire de ganglions situés plus en avant, mais sous l'œsophage, et fournissant les nerfs des tentacules ; enfin, d'une paire de ganglions thoraciques donnant naissance aux nerfs du manteau, et à deux cordons qui se portent en arrière, et forment de chaque côté de l'abdomen un ganglion dont partent des branches destinées au cœur, aux branchies, etc.

§ 611. Tous les céphalopodes sont marins : ils sont très-voraces, et se nourrissent principalement de crustacés et de poissons, dont ils s'emparent à l'aide de leurs bras souples et vigoureux, et dont ils dévorent facilement la chair au moyen de leurs mandibules acérées. Quelques-uns de ces animaux se logent dans des coquilles contournées sur elles-mêmes : l'argonaute et le nautile, par exemple ; mais quelques naturalistes pensent que le premier ne forme pas lui-même cette loge calcaire, et vit en parasite dans la coquille d'un autre mollusque.


Fig. 433. *Ammonite.*

Cette classe comprend les poulpes (*fig.* 159), les argonautes (*fig.* 430), les seiches, les calmars (*fig.* 427), les calmarets (*fig.* 8), les nautiles (*fig.* 434), etc. On y range aussi les ammonites (*fig.* 433), coquilles qui ont de l'analogie avec celles des nautiles et qui ne se trouvent qu'à l'état fossile.

communément le cerveau : sa surface supérieure est surmontée d'un tubercule cordiforme très-gros, et il part de sa partie antérieure deux nerfs qui bientôt se terminent dans un ganglion circulaire, qui, à son tour, donne naissance a une autre paire de nerfs, lesquels descendent sous la bouche de manière à embrasser de nouveau l'œsophage, et y forment un petit ganglion antérieur d'où naissent les nerfs labiaux ; — *b* ganglions tentaculaires, d'où naissent les nerfs du bras ; — *o* nerfs optiques qui naissent des parties latérales du cerveau, et bientôt se renflent en un gros ganglion ; — *t* petits tubercules nerveux, situés sur l'origine des nerfs optiques ; — *g* ganglion sous-œsophagien ou ventral ; — *v* grand nerf des viscères, dont l'une des branches présente un ganglion allongé (*r*), et pénètre dans la branchie ; — *m* nerfs qui naissent également des ganglions postœsophagiens et qui présentent sur leur trajet un gros ganglion étoilé (*e*) dont les branches se distribuent au manteau.

CLASSE DES GASTÉROPODES.

§ 612. Les gastéropodes sont des mollusques qui sont pourvus d'une tête et qui se meuvent à l'aide d'un disque charnu ou pied placé sous le ventre (*fig.* 434), ou d'une nageoire formée par la même partie du corps (*fig.* 438). Cette classe, qui a pour type le colimaçon, est extrêmement nombreuse, et se compose principalement d'animaux logés dans une coquille d'une seule pièce, le plus ordinairement en forme de cône et enroulée en spirale; quelques espèces sont au contraire absolument nues : la limace, par exemple. Le corps est allongé et se termine en avant par une tête plus ou moins développée, qui porte la bouche, et qui est garnie de tentacules charnues, dont le nombre varie de deux a six ; le dos est revêtu d'un manteau qui se prolonge plus ou moins en arrière, sous forme d'un sac membraneux, et sécrete la coquille ; enfin le ventre est couvert en dessous par la masse charnue du pied. Les viscères logés sur le dos occupent la partie supérieure du bouclier ou du cône formé par la coquille, et y restent toujours renfermés ; mais la tête et le pied saillent au dehors quand l'animal se déploie pour marcher, et rentrent dans le dernier tour de spire lorsqu'il se contracte : aussi la grosseur de cette dernière partie de la coquille et la forme de son ouverture sont-elles en rapport avec la grosseur du pied. Chez la plupart des mollusques gastéropodes aquatiques dont la coquille est spirale, il existe un disque corné ou calcaire, nommé *opercule* (*fig.* 435, *o*), qui est fixé a la partie postérieure du pied, et qui ferme l'entrée de sa coquille lorsque l'animal s'y retire.

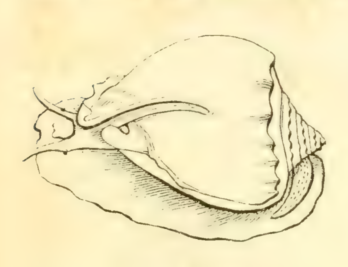


Fig. 434. *Casque.*

§ 613. Le cœur est toujours aortique et se compose presque toujours d'un ventricule et d'une oreillette : il se trouve près du dos de l'animal, du côté opposé à celui occupé par les organes reproducteurs.

Les organes de la respiration sont conformés tantôt pour la respiration aérienne, tantôt pour la vie aquatique. Dans le premier

cas, ils consistent en une cavité sur les parois de laquelle les vaisseaux sanguins forment un réseau compliqué, et dans l'intérieur de laquelle l'air pénètre du dehors par un orifice pratiqué sous le bord externe du manteau. Cette espèce de poumon (*fig.* 142) est situé sur le dos de l'animal, et se trouve logé dans le dernier tour de spire de sa coquille, lorsque le mollusque est pourvu d'une enveloppe semblable. Chez les gastéropodes destinés à respirer dans l'eau, la disposition des branchies varie : souvent ces organes sont renfermés dans une cavité analogue à celle qui constitue le poumon des précédents (*fig.* 435) ; mais d'autres fois ils sont logés entre le manteau

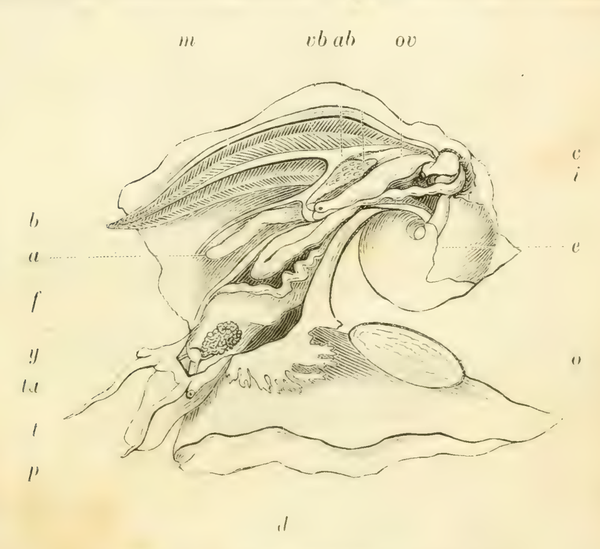


Fig. 435. *Anatomie d'un gastéropode pectinibranche* (1).

(1) *Fig.* 435. Anatomie du *turbo pica*, pour montrer la disposition de la cavité respiratoire : — *p* le pied de l'animal ; — *o* l'opercule ; — *t* la trompe ; — *ta* les tentacules ; — *y* les yeux ; — *m* le manteau fendu longitudinalement, de manière à ouvrir la cavité respiratoire ; — *f* bord antérieur du manteau qui, dans la position naturelle, recouvre le dos de l'animal et y laisse une ouverture ou grande fente par laquelle l'eau arrive à la branchie ; — *b* la branchie ; — *vb* la veine branchiale qui se rend au cœur (*c*) ; — *ab* l'artère branchiale ; — *a* l'anus ; — *i* l'intestin ; — *e* l'estomac et le foie ; — *ov* l'oviducte. Au-dessus de la nuque on voit le ganglion nerveux céphalique et les glandes salivaires ; — *d* membrane frangée qui borde en dessous le côté gauche de l'ouverture de la cavité respiratoire.

et le pied, ou même sur le dos de l'animal, de façon à flotter librement dans le liquide ambiant. Comme exemple des gastéropodes pulmonaires, nous citerons le colimaçon et la limace, qui vivent à terre; les lymnées (*fig.* 141), les planorbes et les physes, qui se tiennent dans les eaux dormantes et viennent à la surface du liquide prendre l'air nécessaire à leur respiration. Parmi les gastéropodes pourvus de branchies renfermées dans une cavité dorsale, on remarque les volutes, les buccins, les porcelains (*fig* 157), les haliotides ou ormiers, etc. Les patelles et les pleurobranches (*fig.* 436)

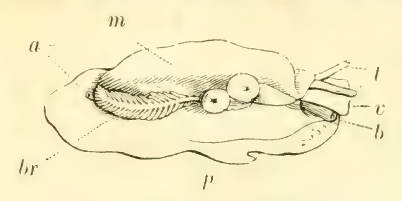


Fig. 435. *Pleurobranche* (1).

portent ces organes dans le sillon qui sépare le pied du manteau, et, chez les doris (*fig.* 43), et les éolides (*fig.* 437), etc., ils consistent en panaches ou en lanières fixées sur la face dorsale du corps.

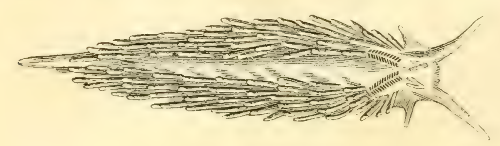


Fig. 437. *Éolide.*

§ 614. La bouche des gastéropodes est entourée de lèvres contractiles, et quelquefois armée de dents cornées qui occupent le palais. Chez plusieurs autres animaux de cette classe, la partie antérieure de l'œsophage est très-charnue, et a la faculté de se porter au dehors de manière à constituer une trompe. Quelquefois l'estomac est aussi garni de pièces cartilagineuses ou osseuses propres à diviser les aliments; l'intestin est contourné sur lui-même et logé entre les lobes du foie et l'ovaire; enfin l'anus (*a*, *fig.* 436) est presque toujours situé du côté droit du corps, et se trouve souvent à peu de distance de la tête.

(1) *m* le manteau relevé pour montrer la branchie (*br*); — *a* l'anus; — *b* la bouche et la trompe; — *v* le voile; — *t* les tentacules; — *p* le pied.

§ 615. Dans cette classe, les organes de la sensibilité sont moins développés que chez les céphalopodes ; les tentacules, que la plupart des gastéropodes portent sur le front, ne servent guère qu'au tact et peut-être à l'odorat. On ne leur connaît pas d'organe auditif, et leurs yeux, qui manquent quelquefois, sont très-petits et d'une structure très-simple : ils sont tantôt adhérents à la tête, tantôt portés sur la base, le côté ou la pointe des tentacules. Enfin le système nerveux est moins développé que dans la classe précédente, et se compose principalement d'un ganglion céphalique et d'un ganglion thoracique réunis en collier autour de l'œsophage. Parmi ces animaux, les uns sont terrestres, et d'autres habitent les eaux douces ; mais la plupart d'entre eux vivent dans la mer. En général, ils sont conformés pour ramper, comme les colimaçons, la lymnée (*fig.* 141), la porcelaine (*fig.* 157), etc. ; mais quelquefois ils sont destinés à nager seulement : les carinaires, par exemple.

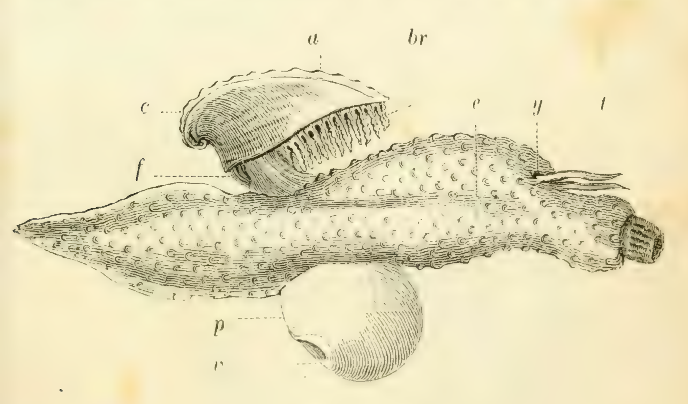


Fig. 438 *Ca inaire.*

(1) *b* bouche ; — *t* tentacules ; — *y* yeux ; — *e* estomac ; — *f* foie ; — *a* anus ; — *c* coquille ; — *br* branchies ; — *p* pied ; — *v* petite ventouse située sur le bord du pied.

CLASSE DES PTÉROPODES.

§ 616. Les ptéropodes, ainsi que nous l'avons déjà dit, sont de petits mollusques pourvus d'une tête distincte et conformés pour flotter dans l'eau et y nager à l'aide de deux nageoires placées, comme des ailes, de chaque côté du cou (*fig.* 160). Les uns sont nus, les autres pourvus d'une coquille. Du reste, leur histoire n'offre pas assez de particularités intéressantes pour nous y arrêter plus longtemps.

CLASSE DES ACÉPHALES.

§ 617. Les mollusques dont nous nous sommes occupés jusqu'ici ont tous une tête distincte ; ceux dont il nous reste à parler en sont dépourvus, et montrent dans toute leur organisation une simplicité

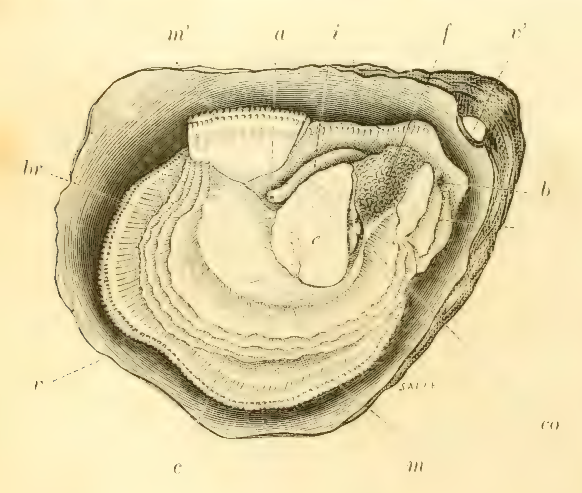


Fig. 439. *Anatomie de l'Huître* (1).

(1) *v* l'une des valves de la coquille ; — *v'* sa charnière ; — *m* l'un des lobes du manteau ; — *m'* portion de l'autre lobe reployée en dessus ; — *c* muscles de la coquille ; — *br* branchies ; — *b* bouche ; — *t* tentacules labiaux ; — *f* foie ; — *i* intestin ; — *a* anus ; — *co* cœur.

plus grande. Leur corps est enveloppé tout entier par le manteau, comme un livre dans sa couverture ; la peau du dos, en effet, n'est adhérente que vers le milieu, et forme de chaque côté un grand repli ou voile qui recouvre toutes les autres parties de l'animal (*fig.* 439), et quelquefois même se joint à son congénère de façon à ne laisser d'ouvertures qu'en avant et en arrière, et à constituer deux longs tubes pour le passage de l'eau nécessaire à la respiration (*fig.* 440). Une coquille composée de deux battants ou valves recouvre ce manteau en totalité ou en partie, et présente à sa partie supérieure une charnière garnie d'un ligament élastique, dont le jeu fait bâiller les valves toutes les fois que les muscles, étendus de l'une à l'autre, ne se contractent pas pour les maintenir fermées. Les viscères sont réunis en une petite masse sous la partie dorsale du manteau, et la portion ventrale du corps se prolonge en général de façon à former un pied charnu ayant quelque analogie avec celui des gastéropodes, mais beaucoup moins bien conformé pour la locomotion. Quelquefois c'est la face interne du manteau qui tient lieu d'organe respiratoire, et qui offre à cet effet un réseau vasculaire très-developpé (chez les térébratules, par exemple) ; mais, en général, il existe un appareil branchial très-développé et composé de deux paires de grandes lames membraneuses fixement striées et flottantes entre le pied et le manteau (*fig.* 439). La bouche est également cachée entre les plis du manteau, et se trouve à l'une des extrémités de la base de l'abdomen ; elle n'est jamais armée de dents, mais elle est garnie latéralement de deux paires de prolongements labiaux qui constituent des tentacules lamelleux. L'estoma · est assez développé, et l'intestin forme autour du foie plusieurs circonvolutions avant que de gagner le bord postérieur de la base de l'abdomen, où est situé l'anus. Le cœur est en général situé au-dessus de la masse viscérale ainsi formée (*fig.* 454), et se compose d'un ventricule aortique et d'une ou deux oreillettes destinées à recevoir le sang qui arrive des branchies. En général, ce ventricule est fusiforme, et présente une particularité remarquable, sa cavité étant traversée par l'intestin rectum. Enfin le système nerveux consiste principalement en deux paires de petits ganglions réunis par des cordons, mais très-éloignées l'une de l'autre et placées l'une au-dessus de la bouche, l'autre au-dessous de l'anus. Les fonctions de relation sont toujours extrêmement bornées, et la plupart de ces mollusques peuvent

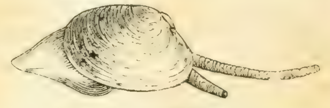


Fig. 440. *Telline.*

à peine se déplacer en se poussant avec le pied ou en fermant brusquement leur coquille pour lancer au dehors l'eau renfermée entre les valves, ce qui imprime à leur corps un choc en retour ; en général, ils vivent presque immobiles au fond de l'eau ou enfouis dans le sable, et quelques-uns se fixent même aux rochers à l'aide d'un faisceau de filaments cornés ou soyeux qui naît du pied, et qui est appelé le byssus de ces animaux.

§ 618. Cette classe se divise, d'après la présence ou l'absence de branchies lamelleuses, en deux ordres : les Lamellibranches, comprenant les huîtres, les moules, les arondes ou *huîtres perlières* (*fig.* 441), les pectens ou *coquilles de Saint-Jacques*, les

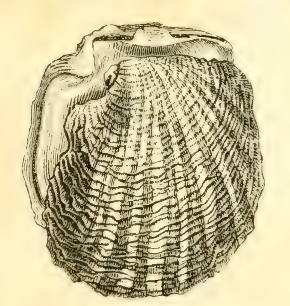


Fig. 441. *Aronde perlière.*

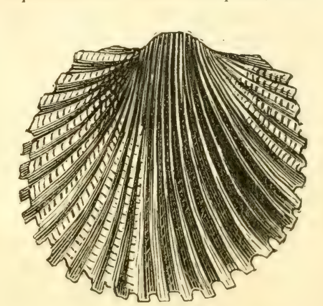


Fig. 442. *Buccarde.*

mactres (*fig.* 154), les buccardes ou *coques* (*fig.* 442), les solens ou *manches-de-couteau*, les tarets, etc. Les Brachiopodes doivent leur nom à deux espèces de bras charnus qui remplacent le pied : les térébratules (*fig.* 443 et 444) offrent ce mode de structure.

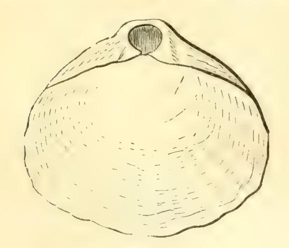


Fig. 443. *Coquille de Térébratule.*

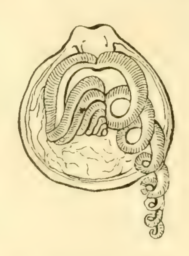
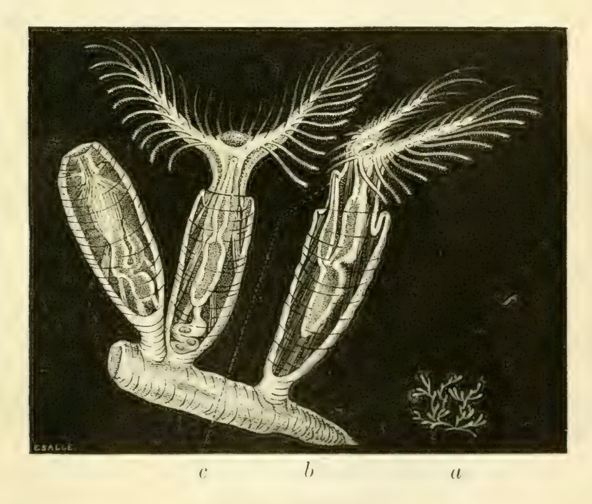


Fig. 444. *Animal de la Térébratule.*

SOUS-EMBRANCHEMENT

DES MOLLUSCOIDES OU TUNICIENS.

§ 619. Les animaux que nous réunissons ici sont considérés par la plupart des zoologistes comme devant être rangés, les uns parmi les mollusques proprement dits, et les autres parmi les zoophytes; mais cette opinion paraît tenir à l'imperfection des connaissances que l'on avait sur la structure de ces êtres, et maintenant que leur anatomie et leur physiologie ont été mieux étudiées, on voit qu'ils sont tous conformés sur le même plan général, et qu'ils établissent en quelque sorte le passage entre les mollusques proprement dits et les zoophytes. Ils sont tous pourvus d'un tube digestif distinct contourné sur lui-même et ouvert à ses deux bouts, et d'un appareil branchial très-développé (*fig.* 445); la plupart offrent encore



c b a

Fig. 445. *Plumatelle* (1).

(1) *a* groupe de plumatelles de grandeur naturelle; — *b* d'autres grossies et vues dans diverses positions; — *c* anus.

des vestiges d'un système nerveux, mais n'ont pas d'anneau ganglionaire comme les mollusques proprement dits ; enfin, presque tous se multiplient par bourgeonnement aussi bien que par le moyen d'œufs, et forment ainsi des agrégations d'individus plus ou moins complétement confondus entre eux.

Ces animaux sont tous aquatiques et sont conformés d'après deux types principaux : on doit par conséquent les diviser en deux groupes ou classes, savoir : les Tuniciers proprement dits et les Bryozoaires ou polypes ciliés.

§ 620. Les Tuniciers proprement dits (*fig.* 446) sont pourvus d'un manteau très-grand et en forme de sac qui constitue au-devant de l'abdomen ou masse viscérale une cavité respiratoire renfermant des branchies dont la disposition varie : ils ont un cœur et des vaisseaux sanguins dans lesquels le liquide nourricier circule d'une manière très-singulière ; car le courant change de direction périodiquement, de façon que, dans l'espace de quelques minutes, le même canal remplit alternativement les fonctions d'une artère et d'une veine. On range dans cette classe les biphores (*fig.* 446), les pyrosomes et les ascidies (*fig.* 155), qu'on distingue en simples et en agrégés. Ces derniers ont souvent une apparence phytoïde.

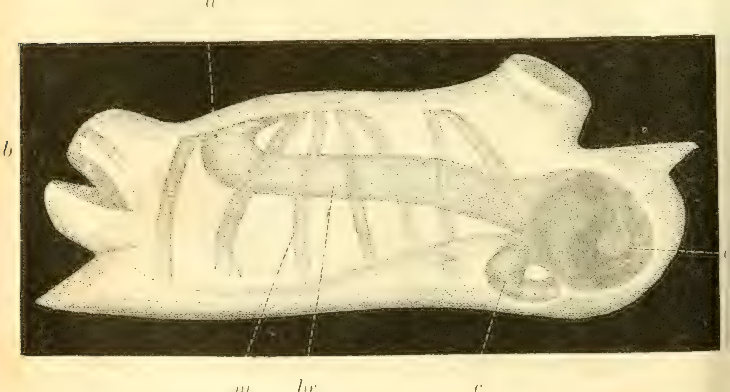


Fig. 446. *Biphore* (1).

(1) *b* bouche ; — *a* anus ; — *m* bandes musculaires entourant la grande cavité pharyngienne ou respiratoire ; — *br* branchie ; — *c* masse viscérale renfermant l'estomac, le foie, etc. ; — *c* cœur.

§ 621. Les Bryozoaires, qui, jusqu'en ces dernières années, avaient été confondus avec les polypes les plus simples, ont le manteau moins développé et les branchies à nu ; ces organes consistent dans une couronne de tentacules qui entourent la bouche et qui sont garnis latéralement de cils vibratiles (*fig.* 445) ; l'anus est situé à peu de distance de la bouche, et le liquide nourricier arrive entre les viscères et le manteau, ainsi que dans l'intérieur des tentacules, mais n'est pas mis en mouvement par un cœur ; enfin la portion inférieure du manteau se durcit en général de façon à constituer une sorte de tube ou de cellule tantôt cornée, tantôt calcaire, dans lequel l'animal peut se retirer tout entier. En général, ces êtres, d'une petitesse presque microscopique, vivent réunis en masses plus ou moins considérables. La plupart habitent la mer, mais on en trouve aussi dans les eaux douces. Parmi ces derniers, nous citerons les alcyonelles et les plumatelles (*fig.* 445), assez communs dans nos étangs ; et, parmi les premiers, les flustres, les rétépores et les vésiculaires.

EMBRANCHEMENT

DES ZOOPHYTES.

§ 622. Dans ce quatrième et dernier embranchement du Règne animal, l'organisation est beaucoup moins complète que chez la plupart des autres animaux, et les diverses parties de l'économie, au lieu d'être disposées par paires de chaque côté d'un plan longitudinal, se groupent autour d'un axe ou d'un point central, de façon à donner à l'ensemble du corps une forme rayonnée ou sphérique. Le système nerveux est rudimentaire ou nul, et il n'existe point d'organes spéciaux des sens, si ce n'est quelquefois de petites taches colorées qui paraissent être quelque chose d'analogue aux yeux des mollusques.

Il existe, comme nous l'avons déjà dit, des variations très-grandes dans la structure de ces animaux, dont plusieurs ressemblent, par leur aspect extérieur, à des plantes plutôt qu'à des êtres animés ; et c'est en raison de ces différences qu'on divise les zoophytes en cinq classes : les échinodermes, les acalèphes, les polypes, les infusoires polygastriques et les spongiaires.

CLASSE DES ÉCHINODERMES.

§ 623. Les échinodermes (*fig.* 134 et 161) sont des animaux rayonnés dont la peau est épaisse et souvent soutenue par une sorte de squelette solide (*fig.* 447), et dont la structure intérieure est très-compliquée. Ils sont conformés pour ramper au fond de l'eau, et sont en général pourvus à cet effet d'une multitude de petits tentacules rétractiles qui passent à travers des pores dont leurs téguments sont percés, et agissent par leur extrémité à la manière de

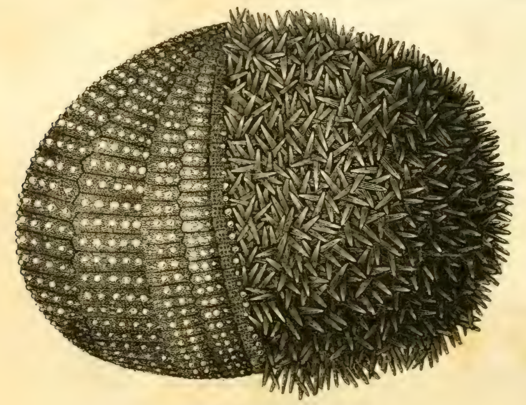


Fig. 447. *Oursin* (1).

ventouses. Chez la plupart de ces zoophytes (les holothuries et les oursins, par exemple), la cavité digestive a la forme d'un tube ouvert à ses deux extrémités ; mais chez d'autres (les astéries) elle ne consiste que dans un sac garni tout autour d'appendices plus ou moins rameux et communiquant au dehors par une seule ouverture qui remplit la double fonction d'une bouche et d'un anus. Les échinodermes possèdent un appareil circulatoire assez développé, et sont de tous les zoophytes ceux dont l'organisation est la plus compliquée et la plus parfaite. Ils vivent dans la mer, et ils forment trois groupes principaux : les holothuries (*fig.* 161), les oursins (*fig.* 447) et les astéries ou étoiles de mer (*fig.* 134).

(1) Du côté gauche on a enlevé les épines pour montrer le test.

Les holothuries sont remarquables par la disposition de leur appareil respiratoire, composé de tubes membraneux ramifiés comme un arbre, et recevant l'eau dans son intérieur par l'intermédiaire d'un cloaque et de l'anus.

CLASSE DES ACALÈPHES.

§ 624. Les acalèphes sont des animaux mous, d'une consistance gélatineuse, qui flottent toujours dans la mer et sont essentiellement organisés pour la nage. Ils n'ont pas, comme les échinodermes, une peau bien distincte des parties sous-jacentes et une cavité intérieure logeant les viscères : leur organisation est très-simple, et leurs organes intérieurs se réduisent presque à un estomac communiquant en général directement au dehors par une bouche seulement, et donnant naissance à des canaux qui se rendent dans les diverses parties du corps et qui s'y ramifient souvent de façon à y donner naissance à un système vasculaire.

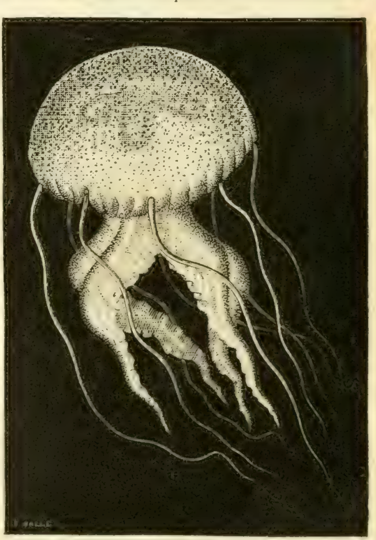


Fig. 448. *Méduse* (*pélagie*).

La famille la mieux connue de cette classe est celle des méduses (*fig.* 448), parmi lesquelles on range les rhizostomes (*fig.* 162), qui abondent sur nos côtes, et qui sont remarquables par la disposition singulière de leur appareil digestif. En effet, l'estomac ne communique pas au dehors, comme d'ordinaire, au moyen d'une bouche centrale placée entre la base des tentacules, mais à l'aide d'un grand nombre de peits canaux terminés par des pores a l'extrémité libre de ces appendices. On range aussi dans cette classe les beroés, qui ressemblent à de petits ballons; les cestes, qui ont la forme d'un

long ruban gélatineux, et les physophores, qui offrent l'aspect d'une guirlande chargée de fleurs et de fruits.

CLASSE DES POLYPES.

§ 625. On réunit en général sous ce nom les bryozoaires, dont nous avons déjà parlé en traitant des molluscoïdes (§ 621), et les polypes proprement dits, qui ont une structure toute différente et bien moins complète. Ce sont des animaux dont le corps est cylindrique, mou et percé à l'une de ses extrémités par une bouche centrale qu'entourent des tentacules plus ou moins nombreux et dépourvus de cils vibratiles (*a*, *fig.* 449). Cet orifice tient également lieu d'anus, et conduit, directement ou par l'intermédiaire d'un tube membraneux, dans une grande cavité qui occupe tout le corps, qui se continue superieurement dans l'intérieur des tentacules et qui loge les ovaires suspendus à ses parois. L'extrémité inférieure du polype est disposée de façon à adhérer aux corps étrangers sur lesquels l'animal est destiné à vivre fixé ; et sa peau se durcit en général en grande partie, de manière à lui constituer une enveloppe cornée ou calcaire analogue aux cellules dont nous avons déjà parlé en décrivant les bryozoaires. Les polypes proprement dits ressemblent aussi aux molluscoïdes par leur mode de multiplication ; car la plupart d'entre eux se reproduisent non-seulement par des œufs, mais aussi au moyen de bourgeons qui naissent sur diverses parties de la surface de leur corps et ne s'en séparent jamais : de sorte que les diverses générations restent greffées en quelque sorte les unes sur les autres, et forment des masses plus ou moins considérables dans lesquelles tous les individus d'une même race se tiennent et vivent, jusqu'à un certain point, d'une vie commune.



Fig. 449. *Hydre.*

La portion en quelque sorte ossifiée de la tunique tégumentaire de ces polypes présente des formes variées, et constitue tantôt des-

tubes, tantôt des espèces de cellules. Pendant long-temps on l'a considérée comme étant seulement la demeure des polypes qui la forment, et c'est elle qu'on désigne sous le nom de *polypier*. Quelquefois chaque polype possède un polypier distinct ; mais d'ordinaire c'est la portion commune d'une masse de polypes agrégés qui présente les caractères propres à ces corps, et il se forme ainsi des polypiers agrégés dont le volume peut devenir extrêmement considérable, quoique chacune de ses parties constituantes n'ait que des dimensions fort petites.

§ 626. C'est de la sorte que des polypes dont le corps n'a que quelques pouces de long élèvent dans les mers voisines des tropiques des récifs et des îles. Lorsqu'ils sont placés dans des circonstances favorables à leur développement, certains animaux de cette classe pullulent au point de recouvrir des chaînes de rochers ou d'immenses bancs sous-marins, et de former avec les masses pierreuses de leurs polypiers, amoncelés les uns au-dessus des autres, des amas dont l'étendue s'accroît sans cesse par la naissance de nouveaux individus au-dessus de ceux déjà existants. La dépouille solide de chaque colonie de polypes reste intacte après que ces frêles architectes ont péri, et sert de base pour le développement d'autres polypiers jusqu'à ce que ces récifs vivants atteignent la surface de l'eau ; car alors ces animaux ne peuvent plus y vivre, et le sol formé par leurs débris cesse de s'élever Mais bientôt la surface de ces amas de polypiers, exposée à l'action de l'atmosphère, devient le siége d'une nouvelle série de phénomènes : des graines déposées par les vents ou apportées par les vagues y germent et la couvrent d'une

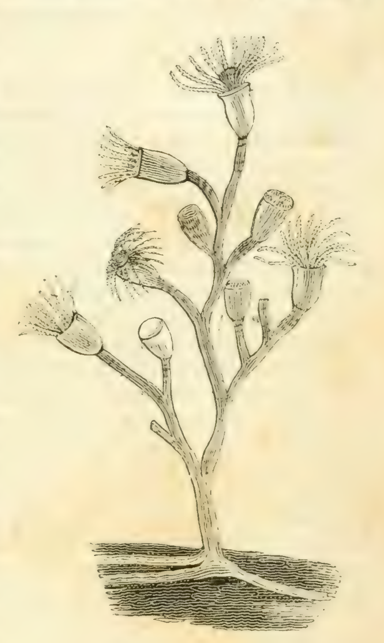


Fig. 450. *Sertulaire.*

riche végétation, jusqu'à ce qu'enfin ces vastes charniers de zoophytes presque microscopiques deviennent des îles habitables. Dans l'océan Pacifique, on rencontre une foule de récifs et d'îles qui n'ont pas d'autre origine. En général, ils semblent avoir pour base quelque cratère de volcan éteint, car presque toujours ils ont une forme circulaire, et présentent au centre une lagune communiquant au dehors par un seul chenal : on en connaît qui ont plus de dix lieues de diamètre.

§ 627. Presque tous les polypes habitent la mer ; on en trouve cependant dans les eaux douces. Ceux dont le polypier est simplement charnu ou corné sont répandus dans toutes les latitudes, mais ce n'est guère que dans les mers des climats chauds qu'on trouve en abondance des polypes à polypier pierreux.

Quelquefois les polypes agrégés déposent dans l'intérieur du tissu commun par lequel ils sont unis une matière cornée ou calcaire qui constitue une sorte de tige intérieure et qui se ramifie comme un arbre à mesure que la masse animée pousse de nouvelles branches. C'est de la sorte que se forme la matière pierreuse nommée *corail* (*fig.* 164), dont on fait un grand emploi comme ornement, et dont la pèche est active sur les côtes de l'Algérie.

On doit ranger dans cette division du Règne animal les actinies ou anémones de mer (*fig.* 443), qui ont le corps charnu et qui se voient en si grand nombre sur les rochers de nos côtes ; les caryophyllies et les astéries, qui concourent plus que tous les autres à la formation des récifs de corail, le corail lui-mème (*fig.* 164), les sertulaires (*fig.* 450), qui n'ont qu'une gaîne cornée, les veretilles (*fig.* 451), qui n'adhèrent pas au sol, mais sont simplement enfoncés dans le sable par une des extrémités de leur tige commune, et les hydres, dont nous avons déjà eu à nous occuper (§ 347).

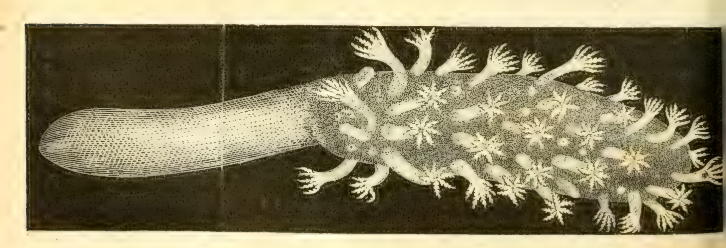


Fig. 451. *Polypes* (*Veretilles*).

CLASSE DES INFUSOIRES

PROPREMENT DITS.

§ 628. Ces animalcules, qui ne s'aperçoivent qu'au moyen du microscope et qui se développent en abondance dans l'eau contenant des débris de corps organisés, ont été, jusqu'en ces derniers temps, confondus avec les rotateurs (§ 591), dont la structure est très-différente. Leur corps, tantôt arrondi, tantôt allongé, est souvent couvert de petits cils, et offre dans son intérieur un nombre ordinairement très-considérable de petites cavités qui paraissent remplir les fonctions d'autant d'estomacs. Chez quelques-uns, ces sortes d'ampoules semblent être groupées autour d'un canal qui s'ouvre au dehors par ses deux extrémités (*fig.* 167); mais d'autres fois elles paraissent être tout à fait isolées, et les personnes qui ont fait de ces petits êtres l'objet d'une étude spéciale ne s'accordent pas sur l'existence d'une communication directe entre leur cavité et le dehors. La manière dont ces infusoires se propagent a été l'objet de beaucoup de recherches, et un grand nombre de naturalistes pensent qu'ils peuvent se former directement par la désagrégation des matières dont les feuilles, la chair musculaire et autres corps organisés se composent; mais cette génération spontanée est loin d'être suffisamment démontrée, et l'on sait que, dans certains cas au moins, ils naissent les uns des autres. Du reste, leur mode de propagation est bien d'accord avec la simplicité de leur structure : c'est par la division spontanée de leur corps en deux ou plusieurs fragments, dont chacun continue de vivre et devient bientôt un nouvel individu semblable au premier, que ces êtres singuliers se multiplient.

Leurs formes sont très-variées, et on les a divisés en plusieurs genres, parmi lesquels nous citerons les Enchélides (iii, *fig.* 167), dont le corps est oblong; les Volvoces, qui sont globuleux et tournent continuellement sur eux-mêmes, et les Monades (i, *fig.* 167), qui ressemblent à de petits points tourbillonnant dans l'eau où elles nagent. C'est à la présence de myriades d'une espèce particulière de ces petites monades, dont le corps est coloré en rouge, que l'eau des étangs salés doit la couleur sanguinolente qu'elle offre quelquefois.

CLASSE DES SPONGIAIRES.

§ 629. Les éponges (*fig.* 166) et les autres corps d'une structure analogue n'offrent les caractères les plus saillants de l'animalité que pendant les premiers temps de la vie, et ressemblent plus tard à des végétaux informes plutôt qu'à des animaux ordinaires. Lors de la naissance, ces singuliers êtres ressemblent assez à certains infusoires; leur corps est ovalaire et garni partout de cils vibratiles à l'aide desquels ils nagent dans l'eau : sous ce rapport, ils ressemblent aussi aux larves de divers polypes au moment où elles sortent de l'œuf ; mais bientôt les jeunes spongiaires se fixent contre quelque corps étranger, deviennent complétement immobiles, ne donnent plus aucun signe de sensibilité ni de contractilité, et en grandissant se déforment complétement. La substance gélatineuse de leur corps se crible de trous et de canaux traversés sans cesse par l'eau, et il se développe dans leur intérieur une multitude de filaments cornés et de spicules, tantôt calcaires, tantôt siliceux, qui, disposés en faisceaux entre-croisés, constituent une espèce de charpente solide. Enfin, à certaines époques de l'année, on voit se développer, dans la substance de ces masses informes, des corpuscules ovoïdes ou sphériques qui tombent dans les canaux dont il vient d'être question, et qui, entraînés en dehors par les courants dont l'éponge est sans cesse traversée, constituent les espèces de larves ou corps reproducteurs doués de la faculté locomotive mentionnée plus haut.

On connaît un grand nombre de spongiaires; la plupart sont propres aux mers des régions chaudes, mais plusieurs habitent les rochers de nos côtes. Celles dont on fait un si grand usage dans l'économie domestique se distinguent par la nature purement cornée et par l'élasticité des filaments dont leur charpente solide se compose : l'une de ces espèces, l'éponge commune, se trouve en grande abondance dans la Méditerranée ; l'autre, appelée éponge usuelle, est propre aux mers d'Amérique. Ces corps sont l'objet d'un commerce important, et, pour les préparer aux usages auxquels on les destine, il suffit de les bien laver pour détacher de leur squelette corné la matière animale dont il est naturellement recouvert.

DE LA DISTRIBUTION GÉOGRAPHIQUE

DES ANIMAUX.

§ 630. Pour nous former une idée générale du Règne animal, il ne nous suffit pas de connaître les principaux phénomènes par lesquels la vie se manifeste chez les êtres animés et d'avoir étudié la structure de leur corps et le mécanisme de leurs fonctions; il nous faut aussi jeter un coup d'œil sur la manière dont les animaux sont répartis à la surface du globe, et chercher à apprécier l'influence que peuvent exercer sur eux les circonstances diverses au milieu desquelles ils sont appelés à vivre.

§ 631. Lorsqu'on porte son attention sur la manière dont les animaux sont distribués autour de nous sur le globe, on est d'abord frappé par la différence des milieux dans lesquels ils habitent. Les uns, comme chacun le sait, vivent toujours sous l'eau et meurent promptement quand on les retire de ce liquide; les autres ne peuvent exister que dans l'air et périssent presque aussitôt s'ils viennent à être submergés. Les uns, en effet, sont destinés à peupler les eaux, les autres à vivre sur la terre; et, lorsqu'on compare, sous le rapport physiologique et anatomique, ces animaux aquatiques et terrestres, on découvre, du moins en partie, les causes de ces différences dans leur mode d'existence.

En étudiant la respiration, nous avons signalé un rapport constant entre l'intensité de cette fonction et l'énergie vitale. Les animaux, avons-nous dit, consomment dans un temps donné une quantité d'oxygène d'autant plus considérable que leurs mouvements sont plus vifs et leur nutrition plus rapide : or ils ne peuvent prendre cet oxygène que dans les fluides dont leur corps est baigné, et dans un litre d'air il existe 208 centimètres cubes de ce principe vivifiant, tandis que dans un litre d'eau il ne s'en est trouvé ordinairement en dissolution qu'environ 13 centimètres. Il est donc évident que le degré d'activité dans la fonction respiratoire, indispensable à l'exercice des facultés propres aux animaux supérieurs, doit être bien plus facile à atteindre dans l'air que dans l'eau, et qu'à raison de cette seule différence le séjour dans ce

dernier fluide doit être interdit à tous les êtres les plus élevés dans la série animale. On comprend, en effet, qu'un animal qui, pour vivre, a besoin de s'approprier à chaque instant une quantité considérable d'oxygène, n'en trouve pas en proportion suffisante lorsqu'il est plongé sous l'eau, et qu'alors il périsse asphyxié. Mais, au premier abord, on s'explique moins facilement les raisons pour lesquelles un animal aquatique ne puisse continuer à vivre lorsqu'on le retire de l'eau pour le placer dans l'air, car on lui fournit alors un fluide plus riche en oxygène que ne l'était le liquide dont l'action vivifiante suffisait à tous ses besoins. Il est cependant diverses circonstances qui nous rendent, jusqu'à un certain point, compte de ce phénomène. Ainsi, la physique nous apprend qu'un corps, pesé scrupuleusement dans l'air et dans l'eau, est plus léger dans ce dernier cas que dans le premier, et que, pour le soutenir en équilibre, il suffit alors d'un poids équivalent à celui qui représentait sa pesanteur dans l'air, diminué de celui de la masse d'eau qu'il a déplacée. Il en résulte que des animaux dont les tissus sont trop mous pour se soutenir par eux-mêmes dans l'air, et s'y affaissent au point de devenir inaptes à remplir leurs fonctions dans l'organisme, peuvent cependant vivre très-bien dans le sein des eaux, où ces mêmes tissus, n'étant guère plus denses que le fluide ambiant, n'ont besoin d'offrir qu'une bien faible résistance pour conserver leurs formes et pour empêcher les diverses parties du corps de retomber sur elles-mêmes. Cette seule considération suffirait pour nous expliquer pourquoi des animaux gélatineux, tels que les infusoires ou les méduses, sont nécessairement confinés dans les eaux ; car, lorsqu'on observe un de ces êtres délicats encore plongé dans ce liquide, on voit que toutes ses parties, même les plus ténues, se soutiennent dans leur position normale et flottent avec aisance dans le milieu ambiant ; mais dès qu'on les en retire, leur corps tout entier s'affaisse et n'offre plus à l'œil qu'une masse informe et confuse. L'influence de la densité du milieu ambiant sur le jeu mécanique de ces instruments de la vie se fait aussi sentir chez des animaux dont la structure est plus parfaite, mais chez lesquels cependant la respiration s'exerce encore par des appendices membraneux ramifiés, comme des arbuscules ou des panaches. Ainsi, chez les annélides ou même chez les poissons, les branchies se composent de filaments flexibles, qui se soutiennent facilement au milieu de l'eau, et qui permettent de la sorte au fluide respirable d'arriver et de se renouveler sur tous les points de leur surface ; mais, à l'air, ces mêmes filaments membraneux s'affaissent par l'effet de leur propre poids, retombent les uns sur

les autres, et, par cela seul, excluent l'oxygène de la plus grande partie de l'appareil respiratoire. Il en résulte que cette fonction est alors entravée, et que l'animal peut mourir asphyxié dans l'air, tandis qu'il trouvait dans l'eau tout ce dont il avait besoin pour respirer librement. Pour se convaincre de l'importance de ces variations dans l'état physique des organes placés dans l'air ou dans l'eau, il suffit de se rappeler ce qui se passe dans nos laboratoires de dissection : un anatomiste qui voudrait étudier la structure d'une partie délicate, n'y arriverait que difficilement s'il faisait sa dissection à l'air ; mais en plaçant dans l'eau l'objet de son étude, il parvient bien plus aisément à en distinguer toutes les parties ; car ces parties, soutenues en quelque sorte par ce liquide, conservent alors leurs rapports naturels comme si elles étaient d'un tissu consistant et rigide. Une autre circonstance qui influe également sur la possibilité de la vie dans l'air ou dans l'eau, est l'évaporation qui se fait toujours à la surface des corps organisés placés dans l'air, mais qui n'a point lieu au milieu de l'eau. Un certain degré de dessiccation fait perdre à tous les tissus organiques les propriétés physiques qui les distinguent, et l'on voit toujours les pertes par évaporation entraîner la mort des animaux lorsqu'elles dépassent certaines limites. Il en résulte que les êtres dont l'organisation n'est pas calculée de façon à les préserver des effets nuisibles d'une pareille évaporation, ne peuvent vivre que dans l'eau et périssent promptement dans l'air. Or, l'économie animale ne peut satisfaire à cette exigence qu'à la condition d'une complication très-grande dans sa structure. En effet, si la respiration doit être active, il faut que la surface respiratoire soit alors logée profondément dans quelque cavité intérieure où l'air ne se renouvellera que dans la mesure nécessaire à l'entretien de la vie. Pour assurer ce renouvellement, il faudra que l'appareil de la respiration se complique d'organes moteurs propres à l'assurer ; pour prévenir la dessiccation d'une portion quelconque de la surface du corps, il faudra aussi que la répartition des liquides dans les diverses parties du corps se fasse aisément et qu'il existe une circulation active, ou bien que cette surface soit revêtue d'une tunique à peine perméable. Cela est si vrai, que même chez les poissons, où la circulation est bien complète, mais n'a lieu que lentement, et où le réseau capillaire n'est pas très-serré, la mort arrive promptement, par suite de la dessiccation d'une partie du corps, de la portion postérieure, par exemple ; lors même que cette portion seulement est exposée à l'air et que tout le reste de l'animal demeure plongé dans l'eau.

Nous pourrions ajouter encore que, dans l'eau, l'alimentation est possible avec des instruments de préhension et de mouvements moins parfaits que dans l'air, où le transport des matières étrangères dont l'animal a besoin est plus difficile à opérer. Ainsi, sous tous les rapports les plus essentiels, la vie est, en quelque sorte, plus facile à entretenir dans le sein des eaux qu'a la surface de la terre : elle nécessite, dans l'atmosphère, des instruments physiologiques plus compliqués et plus parfaits ; aussi les eaux sont-elles l'élément naturel des animaux les plus inférieurs dans la série zoologique ; et, si les productions de la création se sont succédé dans le même ordre que les états transitoires par lesquels chaque animal passe durant la période de son développement, on en peut conclure que c'est aussi au milieu des eaux qu'auront paru d'abord les êtres animés, résultat qui s'accorde avec les observations des géologues et avec les récits de l'Écriture.

Le physiologiste peut de la sorte se rendre compte du mode actuel de répartition des animaux entre les deux éléments géologiques qui se partagent la surface du globe, l'eau et la terre ; mais ces différences fondamentales ne sont pas les seules que l'on observe dans la distribution géographique des êtres animés. Si un naturaliste, familier avec la faune de son pays, visite des régions lointaines, il voit, à mesure qu'il avance, la terre se peupler d'animaux nouveaux à ses yeux, puis ces espèces disparaître à leur tour pour faire place à d'autres espèces également inconnues.

Si, quittant la France, il aborde dans le sud de l'Afrique, il n'y trouvera qu'un petit nombre d'animaux semblables à ceux qu'il avait vus en Europe, et il remarquera surtout l'éléphant aux grandes oreilles, l'hippopotame, le rhinocéros à deux cornes, la girafe, des troupeaux innombrables d'antilopes, le zèbre ; le buffle du Cap, dont les cornes recouvrent par leur base élargie tout le front ; le lion à crinière noire ; le chimpanzé, qui, de tous les animaux, ressemble le plus à l'homme ; le cynocéphale, ou singe à face de chien ; les vautours d'espèces particulières ; une multitude d'oiseaux à plumage brillant, étrangers à l'Europe ; des insectes également différents de ceux du nord, par exemple le termite fatal, qui vit en sociétés nombreuses, et élève avec de la terre des habitations communes d'une disposition très-curieuse et d'une hauteur considérable.

§ 632. Si notre zoologiste quitte le cap de Bonne-Espérance et pénètre dans l'intérieur de la grande île de Madagascar, il y trouvera encore une faune différente. Là il ne verra aucun des grands quadrupèdes qu'il avait remarqués en Afrique, et la famille des

singes sera remplacée par d'autres mammifères également bien conformés pour grimper aux arbres, mais ressemblant davantage aux carnassiers, et désignés par les naturalistes sous le nom de *makis;* il rencontrera l'*aye-aye*, un animal des plus singuliers, qui paraît être l'objet d'une sorte de vénération de la part des habitants, et qui tient en même temps du singe et de l'écureuil; des tenrecs, petits mammifères insectivores, qui ont le dos épineux comme celui de nos hérissons, mais qui ne se roulent pas en boule; le caméléon à nez fourchu, et plusieurs reptiles curieux qu'on ne trouve pas ailleurs, ainsi que des insectes non moins caractéristiques de cette région.

§ 633. Poursuivant encore sa route et arrivant dans l'Inde, notre voyageur y verra un éléphant distinct de celui d'Afrique; des bœufs, des ours, des rhinocéros, des antilopes, des cerfs, également différents de ceux de l'Europe ou de l'Afrique; l'orang-outang et une foule d'autres singes particuliers à ces contrées; le tigre royal, l'argus, le paon, des faisans et une multitude presque innombrable d'oiseaux, de reptiles et d'insectes inconnus ailleurs.

§ 634. Si ensuite il visite la Nouvelle-Hollande, tout y sera encore nouveau pour lui, et l'aspect de cette faune lui paraîtra encore plus étrange que celle des diverses populations zoologiques qu'il avait déjà passées en revue. Il n'y trouvera plus d'espèces analogues à nos bœufs, à nos chevaux, à nos ours et à nos grands carnassiers; les quadrupèdes de grande taille manqueront même entièrement, et il découvrira des kanguroos, des phalangers volants et des ornithorhinques.

§ 635. Enfin si notre voyageur, pour revenir dans sa patrie, traverse le vaste continent de l'Amérique, il y découvrira une faune ayant de l'analogie avec celle de l'ancien monde, mais composée presque entièrement d'espèces différentes; il y verra des singes à queue prenante, de grands carnassiers assez semblables à nos lions et à nos tigres, des bisons, des lamas, des tatous; enfin des oiseaux, des reptiles et des insectes également remarquables et également nouveaux pour lui.

§ 636. Des différences non moins grandes dans les espèces animales, propres aux diverses régions du globe, s'observent lorsqu'au lieu de s'en tenir à l'observation des habitants de la terre on examine les myriades d'êtres animés qui vivent au milieu des eaux. En passant des côtes de l'Europe dans l'Océan indien, et de ce dernier dans les mers de l'Amérique, on rencontre des poissons, des mollusques, des crustacés et des zoophytes particuliers à chacun de ces parages. Ce cantonnement des espèces, soit aquatiques, soit

terrestres, est si marqué, qu'un naturaliste un peu exercé ne peut méconnaître, au premier coup d'œil, l'origine des collections zoologiques qu'on aura recueillies dans l'une ou l'autre des grandes divisions géographiques du globe, et qu'on soumettra à son examen. La faune de chacune de ces divisions offre un aspect particulier et peut être facilement caractérisée par la présence de certaines espèces plus ou moins remarquables.

§ 637. Les naturalistes ont imaginé plusieurs hypothèses pour se rendre compte de ce mode de distribution des animaux à la surface du globe ; mais, dans l'état actuel de la science, il est impossible d'en donner une explication satisfaisante, à moins d'admettre que, dans l'origine des choses, les diverses espèces ont pris naissance dans des régions différentes, et que peu à peu elles se sont ensuite répandues au loin pour occuper une portion plus ou moins considérable de la surface de la terre. En effet, la présence d'un animal particulier dans un point restreint du globe suppose nécessairement, lorsque cet animal ne se rencontre pas ailleurs, qu'il est originaire de ce point ou bien qu'il y est arrivé par émigration d'une région plus ou moins éloignée, et qu'ensuite il aura été complétement détruit là où était le berceau de sa race ; c'est-à-dire précisément là où, suivant toute probabilité, devaient se trouver réunies toutes les conditions les plus favorables à son existence. Rien ne milite en faveur de cette dernière hypothèse, et il répugne au sens commun de croire que, dans le principe, le même pays a vu naître le cheval, la girafe, le bison et le kanguroo, par exemple, mais que ces animaux l'ont ensuite quitté sans y laisser de traces de leur passage, pour aller se cantonner, l'un dans les steppes de l'Asie centrale, l'autre dans l'intérieur de l'Afrique, un troisième dans le Nouveau-Monde, et un autre encore dans les grandes îles de l'Australie. Il est bien plus naturel de supposer que chaque espèce a été, dès l'origine, placée par l'auteur de toutes choses dans la région qu'elle était destinée à habiter d'une manière permanente, et que c'est en partant d'un certain nombre de ces centres de créations distinctes que les divers animaux se sont répandus dans toute l'étendue de la portion du globe qui forme aujourd'hui le domaine de chacun d'eux. Dans l'état actuel du globe, il nous est impossible de reconnaître tous ces foyers zoologiques : car on conçoit la possibilité d'échanges si multipliés entre deux régions dont les faunes étaient primitivement distinctes, qu'elles puissent n'offrir aujourd'hui que des espèces communes à l'une et à l'autre, et alors rien ne décèlera aux yeux du naturaliste leur séparation originelle ; mais lorsqu'une contrée sera peuplée d'un

nombre considérable d'espèces qui ne se voient pas ailleurs, même là où les circonstances locales sont les plus semblables, on sera autorisé à penser que cette région a été le théâtre d'une création zoologique particulière, et on devra la considérer comme une région distincte.

Ce que le naturaliste doit se demander, ce n'est donc pas comment il se fait que les divers points du globe soient habités aujourd'hui par des espèces différentes, mais bien comment les animaux ont pu se répandre au loin sur la surface du globe et comment la nature a posé à cette dissémination des bornes variables suivant les espèces. Cette dernière question se présente surtout à l'esprit lorsqu'on voit combien est inégale l'étendue du domaine occupé aujourd'hui par tel ou tel être animé : l'orang-outang, par exemple, se trouve confiné dans l'île de Bornéo et dans les terres voisines ; le bœuf musqué est cantonné dans la partie la plus septentrionale de l'Amérique, et le lama dans les régions élevées du Pérou et du Chili ; tandis que le canard sauvage se montre partout, depuis la Laponie jusqu'au cap de Bonne-Espérance, et depuis les États-Unis d'Amérique jusqu'en Chine et au Japon.

Les circonstances qui favorisent la dissémination des espèces sont de deux ordres : les unes tiennent à la nature de l'animal lui-même, les autres à des causes qui lui sont étrangères. Au nombre des premières, nous devons signaler d'abord le développement de la puissance locomotive, toutes choses égales d'ailleurs : les espèces qui vivent fixées au sol ou qui ne possèdent que des instruments imparfaits pour la locomotion n'occupent qu'une portion bien restreinte de la surface du globe, comparées aux espèces dont les mouvements de translation sont rapides et énergiques : aussi, parmi les animaux terrestres, sont-ce les oiseaux qui nous offrent le plus d'exemples d'espèces cosmopolites, et, parmi les animaux aquatiques, les cétacés et les poissons. Les reptiles, au contraire, sont pour la plupart cantonnés dans des limites étroites, et il en est de même pour la plupart des mollusques et des crustacés. L'instinct qui porte certains animaux à changer périodiquement de climat contribue aussi à déterminer la dissémination de ces espèces : et cet instinct, comme nous l'avons déjà vu, existe chez un grand nombre de ces êtres.

Parmi les circonstances étrangères à l'animal, et en quelque sorte accidentelles, qui concourent à amener le même résultat, nous indiquerons aussi en première ligne l'influence de l'homme : et, pour en donner une idée exacte, il nous suffira d'un petit nombre d'exemples. Le cheval est originaire des steppes de l'Asie centrale.

et, à l'époque de la découverte de l'Amérique, il n'existait dans le Nouveau-Monde aucun animal de cette espèce; les Espagnols l'y ont transporté avec eux à une époque qui ne remonte pas au delà de trois siècles, et aujourd'hui, non-seulement les habitants de ce vaste continent, depuis la baie d'Hudson jusqu'à la Terre-de-Feu, possèdent des chevaux en abondance, mais ces animaux y ont repris la vie sauvage, et s'y rencontrent par troupes presque innombrables. Il en est de même de notre bœuf domestique : transporté de l'Ancien dans le Nouveau-Monde, il y a pullulé au point que, dans quelques parties de l'Amérique du sud, on en fait une chasse active dans le seul but de se procurer des peaux destinées à la fabrication du cuir. Le chien a été aussi partout le compagnon de l'homme, et nous pouvons ajouter encore au nombre des animaux, devenus cosmopolites à notre suite, le rat, qui paraît originaire de l'Amérique, qui a envahi l'Europe durant le moyen âge, et qui se trouve maintenant jusque dans les îles de l'Océanie.

Dans quelques cas, les animaux ont pu franchir des barrières naturelles en apparence insurmontables, et se répandre sur un espace plus ou moins considérable de la surface du globe, à l'aide de circonstances dont l'importance semble d'abord bien minime, telles que le mouvement d'un fragment de glace ou d'un morceau de bois entraîné par les courants à des distances souvent très-considérables; ainsi rien n'est plus commun que de rencontrer en mer, à des centaines de lieues de toute terre, des fucus flottant à la surface de l'eau et servant d'appui à de petits crustacés incapables par eux-mêmes de se transporter à la nage loin des côtes où ils ont pris naissance. Le grand courant maritime qui, sortant du golfe du Mexique, côtoie l'Amérique septentrionale jusqu'à la hauteur de Terre-Neuve, puis se dirige vers l'Islande, l'Irlande, et redescend vers les Açores, entraîne souvent jusque sur les côtes de l'Europe des troncs d'arbres que le Mississipi avait arrachés dans les parties les plus reculées du Nouveau-Monde et avait charriés jusqu'à la mer; or, ces bois sont fréquemment taraudés par des larves d'insectes et peuvent donner attache à des œufs de mollusques ou de poissons, etc. Enfin il n'est pas jusqu'aux oiseaux qui ne contribuent à la dispersion des êtres vivants à la surface du globe, et cela de la manière la plus singulière : souvent ces animaux ne digèrent pas les œufs qu'ils avalent, et, les évacuant à des distances considérables du point où ils les avaient trouvés, transportent au loin les germes d'une race inconnue jusqu'alors dans les contrées où ils les déposent.

Malgré tous ces moyens de transport et d'autres circonstances propres à favoriser également la dissémination des espèces, il n'est que bien peu d'animaux réellement cosmopolites, et la plupart de ces êtres sont cantonnés dans des régions assez limitées. Du reste, on comprend qu'il doit en être ainsi lorsqu'on étudie les circonstances qui peuvent s'opposer à leur progrès. Mais cette étude est loin de nous fournir une explication satisfaisante de tous les cas de circonscription limitée d'une espèce, et il nous est souvent impossible de deviner pourquoi certains animaux restent confinés dans une localité lorsque rien ne semble devoir s'opposer à leur propagation dans les localités voisines.

§ 638. Quoi qu'il en soit, les obstacles à la dissémination géographique des espèces sont tantôt tout mécaniques, d'autres fois physiologiques ; et parmi les premiers on doit citer d'abord les mers et les hautes chaînes de montagnes. Pour les animaux terrestres, en effet, les mers d'une certaine étendue sont en général une barrière infranchissable, et on voit que, toutes choses égales d'ailleurs, le mélange de deux faunes distinctes est toujours d'autant plus intime que les régions auxquelles elles appartiennent sont plus rapprochées géographiquement ou sont mises en communication par des terres intermédiaires. Ainsi l'océanie Atlantique empêche les espèces propres à l'Amérique tropicale de se répandre en Afrique, en Europe ou dans l'Asie ; et la faune du Nouveau-Monde est complétement distincte de celle de l'ancien continent, si ce n'est dans les latitudes les plus élevées, vers le pôle boréal ; mais là les terres se rapprochent, l'Amérique n'est plus séparée de l'Asie que par le détroit de Bering, et se trouve liée au nord de l'Europe par le Groënland et l'Islande : aussi les échanges zoologiques ont-ils pu s'effectuer plus facilement, et on y trouve effectivement des espèces communes aux deux mondes : tels sont l'ours blanc, le renne, le castor, l'hermine, le faucon pèlerin, l'aigle à tête blanche, etc. Les hautes chaînes de montagnes constituent aussi des barrières naturelles qui arrêtent souvent la dispersion des espèces et empêchent la fusion des faunes propres à des régions zoologiques voisines. Ainsi les deux versants de la Cordillière des Andes sont habités par des espèces qui, pour la plupart, sont différentes ; et les insectes de la région brésilienne, par exemple, sont presque tous distincts de ceux que l'on rencontre au Pérou ou dans la Nouvelle-Grenade.

La dispersion des animaux marins vivant près des côtes est entravée de la même manière par la configuration géographique du globe : mais ici c'est tantôt une longue continuité de terres, tantôt une vaste étendue de haute mer qui s'opposent à la dissémination

des espèces. Ainsi la plupart des animaux de la Méditerranée se retrouvent aussi dans la portion européenne de l'Atlantique, mais n'ont pu parvenir jusque dans les mers de l'Inde, dont la Méditerranée est séparée par le détroit de Suez, et n'ont pu traverser davantage l'Océan pour se répandre sur les côtes du Nouveau-Monde.

§ 639. Les circonstances physiologiques qui tendent à limiter les diverses faunes sont plus nombreuses; mais celle qui se présente en première ligne est sans contredit la température inégale des diverses régions du globe. Il est des espèces qui peuvent supporter également bien un froid intense et les chaleurs tropicales : l'homme et le chien, par exemple; mais il en est d'autres qui, sous ce rapport, sont moins favorisées de la nature et qui ne prospèrent ou même ne peuvent exister que sous l'influence d'une température déterminée. Ainsi les singes, qui pullulent dans les régions tropicales, meurent presque toujours de phthisie lorsqu'ils se trouvent exposés au froid et à l'humidité de nos climats; tandis que le renne, conformé pour supporter les rigueurs du long et rude hiver de la Laponie, souffre de la chaleur à Saint-Pétersbourg, et succombe en général assez promptement à l'influence d'un climat tempéré. Il en résulte que, dans un grand nombre de cas, les différences de climat suffisent à elles seules pour arrêter les espèces dans leur marche des latitudes élevées vers la ligne, ou des régions équatoriales vers les pôles. L'influence de la température sur l'économie animale nous explique aussi pourquoi certaines espèces restent cantonnées dans une chaîne de montagnes sans pouvoir se répandre au loin dans des localités analogues. Nous savons en effet que la température décroît en raison de l'élévation du sol, et par conséquent les animaux qui vivent à des hauteurs considérables ne pourraient descendre dans les plaines basses pour gagner d'autres montagnes sans traverser des pays où la température est bien supérieure à celle de leur habitation ordinaire. Le lama, par exemple, abonde dans les herbages du Pérou et du Chili situés à une élévation d'environ quatre ou cinq mille mètres au-dessus du niveau de la mer, et s'étend au sud jusqu'à l'extrémité de la Patagonie ; mais ne se montre ni au Brésil ni au Mexique, parce qu'il n'aurait pu y arriver sans descendre dans des régions trop chaudes pour sa constitution.

La nature de la végétation et de la faune préexistantes dans une région du globe influe également sur son envahissement par des espèces exotiques. Ainsi la dispersion du ver à soie est limitée par la disparition du mûrier au-dessus d'un certain degré de latitude :

la cochenille ne peut se répandre au delà de la zone où croissent les cactus; et les grands carnassiers, à moins qu'ils ne vivent de poissons, ne peuvent exister dans les régions polaires, où les productions végétales sont trop appauvries pour nourrir un nombre considérable de quadrupèdes herbivores.

§ 640. Il nous serait facile de multiplier les exemples de ces rapports nécessaires entre l'existence d'une espèce animale dans un lieu quelconque et l'existence de certaines conditions climatériques, phytologiques ou zoologiques; mais l'espace nous manque pour ces détails, et les considérations que nous venons de présenter nous paraissent pouvoir suffire pour donner une idée de la manière dont la nature a effectué la répartition des espèces animales sur les divers points de la surface du globe ; et, pour atteindre le but que nous nous étions proposé en abordant ce sujet, il ne nous reste plus qu'à jeter un coup d'œil sur les résultats amenés par les diverses circonstances dont nous venons de parler, c'est-à-dire sur l'état actuel de la distribution géographique des êtres animés.

Lorsqu'on compare entre elles les diverses régions du globe sous le rapport de leur population zoologique, on est frappé d'abord par l'inégalité extrême qui s'y remarque dans le nombre des espèces. Dans telle contrée on rencontre une diversité extrême dans les formes et la structure des animaux dont sa faune est composée, tandis qu'ailleurs il règne à cet égard une grande uniformité ; et il est facile de saisir une certaine relation entre les différents degrés de richesse zoologique et l'élévation plus ou moins considérable de la température. Effectivement, le nombre des espèces, tant marines que terrestres, augmente en général à mesure que l'on descend des pôles vers l'équateur. Les terres polaires les plus reculées n'offrent guère au voyageur que quelques insectes, et dans ces mers glacées les poissons et les mollusques même sont peu variés ; dans les climats tempérés, la faune devient plus nombreuse en espèces; mais c'est dans les régions tropicales que la nature s'est montrée le plus prodigue à cet égard, et le zoologiste ne peut voir sans étonnement la diversité sans fin des animaux qui s'y trouvent accumulés.

On remarque aussi qu'il existe une singulière coïncidence entre l'élévation de la température dans les différentes régions zoologiques et le degré de perfection organique des animaux qui les habitent. C'est dans les climats les plus chauds que vivent les animaux les plus voisins de l'homme et ceux qui dans chaque grande division zoologique possèdent l'organisation la plus compliquée et les facultés les plus développées, tandis que dans les régions polaires

on ne rencontre guère que des êtres occupant un rang peu élevé dans la série zoologique. Les singes, par exemple, se trouvent confinés dans les parties les plus chaudes des deux continents ; il en est de même des perroquets parmi les oiseaux, des crocodiles et des tortues parmi les reptiles, et des crabes de terre parmi les crustacés, animaux qui tous sont des plus parfaits de leurs classes respectives.

C'est encore dans les pays chauds qu'on trouve les animaux les plus remarquables par la beauté de leurs couleurs, la grandeur de leur corps et la bizarrerie de leurs formes.

Enfin il semble exister un certain rapport entre le climat et la tendance de la nature à produire telle ou telle forme animale. Ainsi on observe une ressemblance très-grande entre la plupart des animaux qui habitent les régions boréale et australe ; les faunes des régions tempérées de l'Europe, de l'Asie et de l'Amérique septentrionale, offrent une grande analogie dans leur aspect général, et dans les contrées tropicales des deux mondes on voit prédominer des formes semblables. Ce ne sont pas des espèces identiques que l'on rencontre dans des régions distinctes et à peu près isothermes, mais des espèces plus ou moins voisines et qui semblent être des représentants d'un seul et même type. Ainsi les singes de l'Inde et de l'Afrique centrale sont représentés dans l'Amérique tropicale par d'autres singes faciles à distinguer des premiers ; au lion, au tigre et à la panthère de l'ancien continent correspondent dans le Nouveau-Monde le conguar, le jaguar et l'oncelot. Les montagnes de l'Europe, de l'Asie et de l'Amérique septentrionale nourrissent des ours d'espèces distinctes, mais n'offrant entre eux que des différences légères. Les phoques abondent surtout dans le voisinage des deux cercles polaires ; et si l'on voulait chercher des preuves de cette tendance, non dans les classes les plus élevées du règne animal, mais parmi les êtres inférieurs, on en trouverait de non moins évidentes : les écrevisses, par exemple, paraissent être confinées aux régions tempérées du globe, et se trouvent répandues dans la plus grande partie de l'Europe par l'espèce si commune dans nos ruisseaux ; dans le midi de la Russie par une espèce différente, dans l'Amérique septentrionale par deux autres espèces également distinctes des précédentes, au Chili par une quatrième espèce, au sud de la Nouvelle-Hollande par une cinquième espèce, à Madagascar par une sixième, et au cap de Bonne-Espérance par une septième.

La comparaison des faunes propres aux diverses régions zoologiques du globe conduit à d'autres résultats dont il est plus difficile

de se rendre raison. Ainsi, lorsqu'on examine successivement l'ensemble des espèces qui habitent l'Asie ou l'Afrique et l'Amérique, on remarque dans la faune du Nouveau-Monde un caractère d'infériorité qui n'avait pas échappé au célèbre Buffon. Effectivement, il n'existe pas dans le Nouveau-Monde des mammifères aussi grands que dans l'ancien continent : on voit, il est vrai, dans l'Amérique septentrionale un nombre considérable de singes, mais parmi ces animaux il n'en est aucun qui soit l'égal de l'orang ou du chimpanzé; et ce sont des rongeurs et des édentés qui y abondent le plus, c'est-à-dire de tous les mammifères ordinaires les moins intelligents. Enfin c'est dans l'Amérique qu'on rencontre les sarigues, animaux qui appartiennent à un type inférieur aux mammifères ordinaires, et qui n'ont de représentant ni en Europe, ni en Asie, ni en Afrique. Si l'on passe ensuite du Nouveau-Monde dans une région plus nouvelle encore, dans l'Australie, on y trouvera une faune dont l'infériorité se prononce davantage, car la classe des mammifères n'y est guère représentée que par des marsupiaux et des monothrèmes.

Quant à la délimitation des diverses régions zoologiques qui se partagent le globe et à la composition de la faune propre à chacune d'elles, nous ne pouvons en traiter ici sans sortir du cadre tracé pour ce cours, et nous regrettons d'autant moins cette nécessité que dans l'état actuel de la science ces questions sont loin d'être résolues.

Nous terminerons même ici nos études zoologiques, car le but que nous nous sommes proposé n'était pas la description particulière de chaque animal ni l'énumération des caractères propres à les faire reconnaître ou à les grouper méthodiquement; nous voulions seulement donner dans ce cours des notions sur la nature et sur les propriétés de ces êtres, esquisser rapidement les traits principaux de leur histoire, et fournir à nos jeunes lecteurs les connaissances générales les plus utiles à tous et indispensables à ceux qui voudraient approfondir davantage cette branche des sciences d'observation.

FIN DE LA SECONDE PARTIE.

TABLE DES MATIÈRES.

NOTIONS PRÉLIMINAIRES 3
Division des corps naturels en trois règnes. 5
Rapports sous lesquels on étudie les êtres vivants. 10
Caractères généraux des animaux. 12
Tissus organiques des animaux et organes. 13
Classification des fonctions. 15

HISTOIRE DES PRINCIPALES FONCTIONS DES ANIMAUX.

FONCTIONS DE NUTRITION. 17
Absorption. 19
Digestion. 25
Sang. 53
Circulation. 60
Respiration. 81
Exhalation. 97
Sécrétions. 101
Assimilation et décomposition nutritive. 110
Chaleur animale. 116
FONCTIONS DE RELATION. 121
Système nerveux. 123
Sensibilité. 133
Toucher. 141
Goût. 144
Odorat. 146
Ouïe. 149
Vue. 157
Mouvements 171
Voix. 214
Intelligence et instinct. 220

CONFORMATION ET CLASSIFICATION DES ANIMAUX.

CONSIDÉRATIONS SUR LE PLAN GÉNÉRAL DE L'ORGANISATION. 265
CLASSIFICATIONS ZOOLOGIQUES. 281
Division du Règne animal en embranchements et en classes. 291
ANIMAUX VERTÉBRÉS. 310
Mammifères. 313
Oiseaux. 355
Reptiles. 395
Poissons. 423
ANIMAUX ANNELÉS. 450
ANIMAUX ARTICULÉS. 451
Insectes. 455
Myriapodes. 495
Arachnides. 496
Crustacés. 504
Cirrhipèdes. 520
VERS. 522
Annélides. . . . . *Ib.*
Rotateurs. 525
Helminthes. 526
MOLLUSQUES. 529
MOLLUSQUES PROPREMENT DITS. . . . . *Ib.*
Céphalopodes. 532
Gastéropodes. 540
Ptéropodes. 544
Acéphales. . . . . *Ib.*
MOLLUSCOIDES. 547
Tuniciers proprement dits. 548
Bryozoaires. 549
ZOOPHYTES. . . . . *Ib.*
Echinodermes. 550
Acalèphes. 551
Polypes. 552
Infusoires. 555
Spongiaires. 556
DISTRIBUTION GÉOGRAPHIQUE DES ANIMAUX. 557

